

SERIE MONOGRAFIAS

No.4

MANEJO  
Y RECICLAJE  
DE LOS RESIDUOS  
DE ENVASES Y  
EMBALAJES



**SEDESOL**  
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL



SERIE DE MONOGRAFIAS  
No. 4

MANEJO  
Y RECICLAJE  
DE LOS RESIDUOS  
DE ENVASES Y EMBALAJES

SEDESOL  
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
Ing. Carlos Rojas Gutiérrez  
Secretario

Dr. José Narro Robles  
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Edmundo de Alva Alcaraz  
Director General de investigación y Desarrollo tecnológico

SEDESOL

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

MANEJO Y RECICLAJE  
DE LOS RESIDUOS  
DE ENVASES Y EMBALAJES

Dr. Juan Antonio Careaga

## PRESENTACION

Las concentraciones urbanas del mundo entero----- y en especial las megalópolis con características similares a las de la Ciudad de México--- enfrentan constantemente el reto de tener que disponer de sus desechos sólidos. Para el Distrito Federal y municipios conurbanos esto significa que todos y cada uno de los días del año se maneja una cantidad cercana a las 18 000 ton de residuos sólidos. Aunque en una escala menor ton. de residuos sólidos. Aunque en una escala menor, también se trata, obviamente, de un problema de gran magnitud y complejidad para las ciudades de Guadalajara y Monterrey.

A menudo se confunde el concepto de residuos sólidos municipales (RSM) con el de basura domestica. Los RSM provienen de cuatro fuentes: desechos domiciliarios; basura de sitios de reunión y vías públicas; residuos de obras de construcción y demolición; y desechos de oficina, comercio, instituciones e industrias.

Los residuos propios de la actividad industria, así como otros denominados especiales y/o peligrosos (entre los que se incluyen los corrosivos, los radioactivos, los tóxicos y los infecciosos) no forman parte de los RSM, por lo que no serán analizados en el presente estudio.

El “problema de los residuos sólidos” empezó cuando el hombre dejó ser nómada y se estableció en un lugar fijo. Desde entonces, periódicamente se presentan situaciones de crisis que obligan a tomar decisiones drásticas, no siempre bien fundadas y la mayoría de las veces equivocadas. Al presente en México, la situación es difícil, más aún no de crisis. Es pues, un buen momento para analizar, sin apasionamiento, de manera fría y objetiva, este tema de tanta trascendencia para la ciudadanía, la industria y el gobierno.

Este estudio surgió de la preocupación del fisico Sergio Reyes Luján, entonces Subsecretario de Ecología, por encontrar y proponer alternativas de solución a las autoridades municipales del país, ala industria y al comercio nacional, así como a la ciudadanía en general, respecto de la creciente problemática ambiental que representan los residuos sólidos de envases y embalajes.

Con el propósito de conocer las soluciones adoptadas por otros países, el proyecto se realizó por conducto de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Bajo la coordinación administrativa del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, habiendo sido totalmente financiado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, (Sedue), hoy Sedesol.

El proyecto se registró con el número Sedue/PNUD/ONUDI/DP/MEX/91/008. El proyecto se realizó durante 1992; incluyó viajes a 15 países en vías de desarrollo e industrializados y es resultado de numerosas entrevistas, visitas a laboratorios, empresas industriales y comerciales, plantas de procesamiento y disposición de residuos, así como del análisis de varios centenares de documentos. Pretende ser una contribución a la solución de la problemática producida por la segunda componente más importante de los RSM: los desechos de envases y embalajes (considerando que las primeras son los desechos orgánicos).

El objetivo principal del proyecto es analizar el rol que desempeña actualmente los desechos de envase y embalajes dentro de las diversas etapas en que puede dividirse el manejo de los RSM, así como la contribución que la industria del envase puede ofrecer en la búsqueda de soluciones a la problemática de la protección del medio ambiente y de la salud humana. Además, se consideran también las oportunidades que esta situación ofrece para promover la solidaridad social, la investigación científica y el desarrollo tecnológico, los estudios sobre la salud y el medio ambiente, la posibilidad de nuevos negocios, y hasta la idea de establecer un proyecto nacional para el logro general de un mínimo de bienestar ambiental, dentro de un plan de desarrollo sustentable.

## AGRADECIMIENTOS

Para realizar este estudio se contó con la participación de innumerables personas, tanto en México como en los diversos países visitados. Ante la imposibilidad de citar a cada una de ellas, deseo expresar aquí mi agradecimiento por la información recibida, por los documentos que me proporcionaron y por el soporte brindado, gracias a lo cual fue posible llevar este proyecto a buen fin.

Quiero hacer especial mención del físico Sergio Reyes Luján, de quién partió la idea de este estudio y de quien siempre he recibido amistad y apoyo. Sin su decidido entusiasmo no hubiera sido posible realizar el proyecto.

El análisis crítico y la guía del doctor Edmundo de Alba fueron elementos básicos para lograr el resultado. De igual manera, la clara visión del problema bajo estudio fue una contribución importante que recibí del arquitecto René Altamirano Pérez. La aportación técnica de estos dos funcionarios del Instituto Nacional Ecología fue de gran trascendencia.

Quiero señalar el proyecto el apoyo recibido por parte del doctor Renato Iturriaga, de la Secretaría de Relaciones Exterior, y de los señores Carlos Castillo y Frederick Lyons, del Programa de las Naciones unidas para el Desarrollo (PNUD-México).

Muy especial, quiero dejar constancia del entusiasmo apoyo recibido del señor Iván Contreras, director para México de la Organización de las naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI-México). El que las citas con funcionarios y empresarios de países en desarrollo se hayan llevando a cabo con eficiencia y de acuerdo con la programación establecida se debe una buena medida a su intervención a distancia, a veces hasta el otro lado del mundo.

El señor Joao Belo, en su carácter de oficio de apoyo del proyecto en la ONUDI-Viena, fue siempre una inspiración y un soporte fundamental para el desarrollo del estudio.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

Juan Antonio Careaga  
México D.F. diciembre de 1993

## RESUMEN EJECUTIVO

México enfrenta una serie importante de problemas relacionados con la generación, el manejo y la capacidad física de disposición de los residuos sólidos municipales (RSM). Al presente, en todos los centros urbanos del país se producen cantidades de desechos sólidos superiores a las que pueden ser administradas adecuadamente. Esta situación empeorará, a menos que se tomen medidas inmediatas para a) reducir los montos que se generan, b) disminuir la cantidad total de desechos que requieren de disposición final y c) administrar y disponer de manera más eficiente los residuos terminales que queden.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Ecología (INE), dependiente de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) y del Departamento del Distrito Federal (DDF), la generación diaria de RSM en el país es superior a las 55 000 ton y en Distrito Federal es de aproximadamente 11 000 toneladas. Se estima que en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), que incluyen las 16 Delegaciones del Distrito Federal y 17 Municipios del Estado de México, se producen más de 18 000 ton/día de RSM.

Un análisis de la composición media muestra que los residuos orgánicos (restos de alimento y residuos de jardinería) representan aproximadamente 47% del total de los RSM. Los procesos que se adopten para aprovecharlos y evitar que terminen en los rellenos sanitarios deberán ser principalmente del tipo de biodegradación; es decir, fermentación anaeróbica y/o aeróbica, que permiten transformar esos residuos en gas metano y/o en composta.

Por otra parte, cerca del 38% de los RMS de las principales ciudades de México (situación parecida a la de países desarrollados) está constituida por desechos de envases, embalajes y materiales que forman. Así, si se considera que existen soluciones probadas para manejar los residuos orgánicos, entonces son los residuos relacionados con envases los que representan la parte más importante que debe ser estudiada y su problemática resulta. Al lograr esto, el volumen de RSM que continuaría terminado su vida útil en un tiradero (por ahora) podría reducir a sólo aproximadamente 15% del total actual.

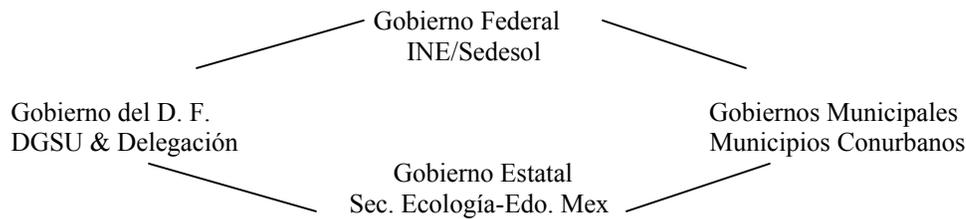
Residuos sólidos municipales		
En el Distrito Federal		
Cartón	4.11	
Envases de cartón (+PE o PE/AL)	2.20	
Papel periódico, bond, etcétera)	11.76	
Lata (aluminio)	1.58	
Material ferroso (inc. hojalata)	1.63	
Material no ferroso	0.08	
Plástico en película	4.97	
Plástico rígido	3.06	
Poliuretano	0.13	
Poliestireno expandido	0.67	
Vidrio de color	2.06	
Vidrio transparente	5.89	38.14
Residuos de alimentos	40.69	
Residuos jardinería	5.83	46.52
Algodón	0.36	
Fibra dura vegetal	0.10	
Fibra sintética	1.74	
Cuero	0.15	
Hueso	0.10	
Hule	0.24	
Loza y cerámica	0.48	
Madera	0.16	
Material de construcción	0.58	
Pañal desechable	3.76	
Trapo	0.67	
Otros	7.00	15.34
Fuente DDF 1992		

A final de 1900, la entonces Subsecretaría de Ecología—hoy Instituto Nacional de Ecología de la Sedesol--. Por conducto de la hoy desaparecida comisión Nacional de Ecología, acordó estudiar la problemática anterior, mediante la realización de un diagnóstico de la situación técnica y del impacto ambiental de la industria mexicana relacionada con los envases y embalajes, así como de un análisis de las tecnologías en uso, de la gestión y de la normatividad nacional e internacional en materia de RSM, con énfasis especial en los residuos de envases y embalajes.

Este informe presenta la fase internacional del proyecto. Se estudia la generación, el manejo y la disposición final de los desechos de envases y embalajes; se analizan diversas soluciones que están aplicándose en diversas partes del mundo (tanto en países en desarrollo) respecto de sistemas de gestión y manejo de los residuos, tecnologías de recuperación y aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos contenidos en esos desechos, así como la normatividad que está dándose en materia de protección de la salud humana y el medio ambiente, que afecta la producción, uso, distribución y disposición de envases y embalajes.

El informe incluye una serie de conclusiones y recomendaciones cuya implantación requerirá la participación de dependencias gubernamentales federales, estatales y municipales; de empresas industriales, comerciales y de servicio; organismos no-gubernamentales y de la población en general.

Comisión regional de gestión  
De los residuos sólidos municipales



<p>Grupo de trabajo intersectorial (GTI) De planeación y gestión de los RSM</p> <p>Gobierno Federal Gobierno del Estado de México Gobierno del Distrito Federal Gobierno de Municipios Conurbanos Sector Industrial Sector Comercial Sector Servicios Sector Educación Superior-Investigación Sector Organismos no-gubernamentales</p>
--

En gran medida los planteamientos que se presentan son aplicables no sólo a los residuos de envases y embalajes, sino a todo el flujo de RSM.

En la realización del estudio, el coordinador del proyecto llevó a cabo una visita a industrias; plantas de acopio, selección y procesamiento de materiales reciclables; a estaciones de transferencia; a tiraderos a

cielo abierto y rellenos sanitarios; celebró entrevistas con funcionarios y ciudadanos; realizó consulta en las bases de datos y analizó informes y publicaciones diversas (se ha establecido un acervo de más de 300 documentos internacionales sobre esta temática).

Las actividades anteriores se llevaron a cabo en varias ciudades de Canadá Estados Unidos de América Guatemala, Nicaragua, Panamá, Perú, Brasil, Filipinas, Indonesia, India, Alemania, Austria España, Francia y Suiza.

Entre los principales hallazgos del estudio, cabe destacar los siguientes:

1. El tipo y amplitud de los problemas que enfrentan las diversas autoridades municipales, en relación con el manejo y disposición de los RSM, varía mucho de un país a otro y aún entre regiones o ciudades de un mismo país las principales diferencias, que conducen a soluciones distintas, se encuentran en los volúmenes y composición relativa de los RSM, en las cantidades y tipos de desechos generados por habitante, en las opciones de disposición adoptadas, en la disponibilidad de espacio para rellenos sanitarios, en las características demográficas de las zonas urbanas, en los patrones culturales de la población, en el nivel socioeconómico de los consumidores y en la existencia y fuerza política de grupos de interés propio
2. En general en todos los países industrializados, el nivel de bienestar social estimula a sus habitantes a generar volúmenes de desechos sólidos que son entre dos y tres veces mayores que los correspondientes a los países en desarrollo. Esto ha originado una situación considerada como crítica de diversos países, en especial en algunos lugares de los Estados Unidos de América. Cada día es mayor la preocupación existente por la próxima saturación de los rellenos sanitarios, por la contaminación de los mantos freáticos y por el impacto ambiental general resultante del consumo desmedido de los recursos naturales (forestales, minerales y petroleros )
3. En los países en desarrollo, la problemática es sensiblemente distinta ya que, si bien algunos estratos de la población tienen niveles de bienestar social equiparables a los de los países industrializados, una gran proporción de la población está marginada y presenta elevados niveles de nutrición; además, en estos países se predica un volumen considerable de alimentos, por carecer de un nivel tecnológico adecuado de empaque.
4. Las políticas generales de los países industrializados en materia de tratamiento de los desechos sólidos presentan las siguientes tendencias generales: reducción reutilización y reciclaje de envases; establecimientos de metas estímulos y mandatos; normalización de los lugares de confinamiento final.
5. En general, en los países en desarrollo—principalmente en los de menor ingreso—la preocupación sobre el manejo de los desechos sólidos está dirigida a reglamentar la limpieza urbana. El objetivo básico es tratar de evitar problemas de salud y de formación de focos de infección debido a la dispersión callejera de la basura. En algunos países no se menciona específicamente la problemática de los empaques desechados como aspectos problema y las leyes presentan sólo los propósitos de regular la administración del sistema de limpieza (recolección, transporte y confinamiento). Ejemplos de esta situación se encuentran en Lima, Perú, en Guatemala, en Managua, Nicaragua y en San José de Costa Rica.
6. En algunos países en vías de desarrollo—especialmente en Brasil y la India—se ha reconocido la importancia de promover el uso de empaques adecuados desde el punto de vista de la problemática ambiental y se han considerado las soluciones que están siendo evaluadas e implementadas en los países industrializados. En todos estos esfuerzos, el consumidor final es quien juega el papel crítico en la minimización de materiales de envases, en la reutilización o reciclaje del empaque y hasta en el camino que seguirán los residuos para su disposición final.
7. En diversas ciudades de Brasil, así como en El Callao, Perú, existen programas pilotos en las escuelas para promover la separación de los desechos reciclables, particularmente el papel, ya que “cada tonelada de papel que se recicla, equivale a no tener que talar 15 árboles de tamaño regular”.
8. El tipo de desecho sólido de los países industrializados. Los primeros presentan un mayor contenido de residuos orgánicos y húmedos, por lo que su contenido energético, en Kcal/Kg de materia es menos. Así, la fracción orgánica de los RSM de esos países es más adecuada para ser transformada en composta que para servir como combustible en un incinerador. Sin embargo, no se encontró que este tipo de proceso tuviera la promoción, normatividad y difusión que habría sido lógico de esperar, con excepción de la ciudad de Río de Janeiro, en Brasil. Bombay, la India, la planta de composta ubicada en tiradero de la ciudad, fue abandonado hace varios años por “no ser un proceso costeable”, según información de las autoridades locales.
9. Los residuos de envases y embalajes en los países en desarrollo no poseen la dimensión crítica que tienen los países industrializados, aún a pesar de que la gestión de los desechos sólidos está

volviéndose un problema de trascendencia para ellos. Brasil destaca entre los países que ya están administrados los RSM mediante enfoques integrales.

10. Considerando que México está por iniciar un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá se ha realizado un mayor esfuerzo para analizar la legislación de estos países. Se ha encontrado, por ejemplo, que el enfoque legislativo de Canadá, en particular es más compatible con la problemática de los residuos de envases y embalajes en México. Canadá ofrece una normativa a nivel nacional que toma en consideración las funciones protectoras del empaque, tratando de reducir el impacto ambiental de los residuos. En EUA la legislación es más complicada ya que cada una de los 50 estados y el Distrito de Columbia, tiene distintos niveles de severidad en materia de metas de reciclaje penalidades y/o incentivos para el manejo adecuado de los desechos sólidos.

El gobierno federal americano ha señalado ciertas guías y directrices simples, pero que no obligan a los estados.

Como conclusión central del estudio, se recomienda que las diferentes zonas urbanas del país, en especial las de mayor población, modifiquen y adapten sus métodos administrativos sobre residuos sólidos, de modo que la autoridad municipal o una comisión metropolitana que incorpore autoridades de las diversas municipalidades que integran una región urbana opere los servicios de limpia y saneamiento bajo el concepto ampliado de “sistema de gestión integral de los residuos sólidos municipales” siguiendo los patrones actualmente en función amiento en varios países visitados.

#### Comisiones regionales

##### De gestión de los RSM

- Diseñar y ejecutar programas regionales/distritales
- Concesionar servicios (limpia, recolección, selección, procesamiento, disposición)
- Fijar y cobrar tarifas diferenciales.
- Enajenar y cobrar tarifas diferenciales
- Supervisar, evaluar y modificar la operación de las concesiones de los servicios.
- Realizar estudios básicos (composición de los RSM auditorias comerciales/industriales, etcétera)
- Divulgar información (costos, % de reciclaje, etcétera).
- Capacitar y certificar operadores de las concesiones

#### Grupo de trabajo intersectorial para la planeación y la promoción de las gestión integral de los RSM

- Plan maestro nacional de gestión integral de los RSM
- Promoción de programas de financiamiento
- Diseño de metas voluntarias de reducción de residuos
- Oferta de asistencia técnica e información.
- Promoción de programas educativos, de investigación y de desarrollo tecnológico.
- Promoción de normatividad federal, estatal y municipal .
- Diseño y promoción de una eco-etiqueta nacional.
- Promoción de estudios de ciclo de vida.

Se considera que sólo un enfoque de “sistemas” permitirá, a nivel local, regional y nacional, resolver los problemas de generación, manejo y disposición de los RSM. Cada “sistema” debe diseñarse de conformidad con las características ambientales, económico-sociales e institucionales propias de cada zona metropolitana.

En la implantación de un sistema de gestión integral es necesario establecer prioridades entre los diversos componentes del sistema. Para ello, las diversas componentes del sistema. Para ello, hay que partir de la base de que los objetivos principales de la gestión de los RSM es proteger tanto la salud humana como el medio ambiente y de que los objetivos secundarios incluyen limitar los costos del servicio de recolección

y disposición, alargar lo más posible la vida útil de las instalaciones actuales de disposición y reducir la utilización de recursos naturales y de energía. De acuerdo con dichos objetivos, se recomienda el orden prioritario siguiente para los diversos elementos del sistema integral de gestión de los residuos:

Jerarquía de los elementos del sistema de  
Gestión integral de los residuos sólidos

1. Reducción de origen (reducción en la fuente)
2. Reutilización (retornabilidad/rellenabilidad)
3. Reciclaje compostaje
4. Recuperación de energía (por incineración)
5. Disposición final (relleno sanitario).

- a) promover principalmente la reducción de origen (o reducción en la fuente), cuyo fin es la disminución del volumen y de la posible toxicidad de productos y envases, para que se reduzcan también el volumen y la toxicidad de los residuos finales. Esta componente del sistema incluye la reutilización de productos y envases, con el propósito de alargar su vida útil y por lo tanto reducir también la cantidad y toxicidad cuando se conviertan en desechos
- b) El reciclaje de los materiales que constituyen los envases y embalajes, principalmente, incluyendo la biodegradación de los residuos orgánicos para la producción de gas metano y de composta, debe ser la opción central de gestión integral de los RSM, con el propósito fundamental de reducir aún más los riesgos potenciales a la salud humana y el impacto ambiental, reducir la cantidad de desechos que debe disponer, conservar y recuperar energía, y reducir las tasas de utilización de los recursos naturales no-renovables.

Dadas las condiciones socio-políticas del manejo de la basura en la mayoría de las ciudades de México, es indispensable que los “grupos informales” de pepenadores, voluntarios, personal sindicalizado de los camiones de recolección y demás personas que laboran en el acopio de chatarras y productos de segunda mano, sean incorporados a participar activamente en programas formales de selección de residuos domiciliarios y comerciales, que conduzcan a un incremento en el reciclaje de residuos y una disminución importante del volumen de desechos que continúen llegando a los rellenos sanitarios. Con ello se tendrá también ventajas adicionales de incorporar a la sociedad a grupos actualmente marginados.

- c) En el futuro previsible, y hasta en tanto los dos primeros elementos del sistema no contribuyan de manera significativa a reducir los volúmenes de RSM que hay que disponer, la opción final seguirá siendo el relleno sanitario. Debe considerarse objetivamente la clausura de tiraderos oficiales y clandestinos, la prohibición de que los pepenadores “vivan” en los tiraderos y el acondicionamiento de rellenos actuales para que cumplan con las normas internacionales de seguridad para la salud y el ambiente.
- d) Cuando el espacio de los rellenos sanitarios empiecen a escasear o cuando el costo de usarlos se vuelva prohibido, será el momento de iniciar la aplicación de técnicas de conversión de desechos en energía (incineradores) para procesar los RSM. Se considera necesario, desde ahora, planear el uso de estos sistemas y, en algunos casos, recurrir ya al uso de incineradores para mejorar porciones significativas de los RSM. Los incineradores con recuperación de energía, basados en un diseño y una operación, apropiados, y a pesar de los elevados costos de inversión y operación, presentan un mínimo de riesgo para la salud humana y permiten reducir el volumen final del residuo (cenizas) a 10% del volumen del insumo.

En el informe se analiza diversas opciones tecnológicas para cada uno de cuatro elementos anteriores del “sistema de gestión integral de los RSM”. El estudio se complementa con sugerencias tecnológicas de reproducción y reciclaje de materias para envases y embalajes probados en diversas partes del mundo, tanto de tipo “frontera” (altos volúmenes, alta velocidad automatizadas con controles computarizados) como las llamadas “apropiadas” (intensivas en mano de obra, principalmente).

Se considera importante efectuar evaluaciones del impacto ambiental de los envases y embalajes usados en México, llevando a cabo estudios de “Análisis de Ciclo de Vida” “análisis de Cuna a Tumba”. No deben tomarse decisiones sobre la aceptación o prohibición de un determinado tipo de envases sin antes haber realizado un estudio completo del ciclo de vida en el que se consideren todos

los costos ambientales involucrados en la extracción y beneficio de las materias primas y en la producción, llenado, uso, reuso, reciclaje y disposición final de los empaques.

Bajo la premisa de que todos los sectores de la sociedad hemos contribuido a crear los problemas asociados con los residuos sólidos, deberemos también ser parte de las soluciones. Se recomienda establecer grupos intersectoriales de trabajo, para que las autoridades federales y municipales, proveedores de materias primas, convertidores de envases y embalajes, empacadores y comercializadores

#### Plan maestro nacional

##### De gestión de los RSM

- Elementos de políticas nacionales de gestión
- Jerarquía de las componentes de la gestión integral de los RSM
- Protocolo nacional de envasado.
- Código nacional de prácticas apropiadas de envasados.
- Programas de incentivación industrial.
- Programas de motivación ciudadana.
- Programas de enseñanza escolar.
- Programas de divulgación y publicidad.
- Modelos de normatividad para reglamentos y ordenanzas municipales no restrictivas

#### Funciones y responsabilidades

##### Del INE/Sedesol

- Convocar la integración del GTI y presidirlo.
- Promover la creación de comisiones regionales
- Diseñar planes tipo municipales de gestión integral de los RSM
- Establecer un código nacional de gestión integral de los RSM, para regular los planes tipo.
- Promover la creación de programas federales de financiamiento e incentivación fiscal.
- Apoyar a municipios para implantar planes tipo.
- Establecer normas federales para adquisición de bienes que contengan materiales reciclados
- Fomentar el desarrollo de mercados regionales de materiales reciclables
- Establecer normas técnicas ecológicas referentes a materiales reciclables y reciclados
- Promover con SEP, CNCA y Conacyt, programas motivacionales, educativos y de investigación.
- Establecer programas de divulgación multimedia.

de productos, organizaciones no gubernamentales orientadas la producción del consumidor y del medio ambiente, investigadores y profesores, así como ciudadanos independientes, preparen y adopten una serie de políticas para la gestión de los residuos de envases y embalajes, que pueden denominarse “protocolo nacional del Envasado”, así como un Código Mexicano de Prácticas preferentes de Envasado” que promueva la excelencia en los sistemas de envases. Los instrumentos anteriores deben basarse en los equivalentes que han sido adoptados en Canadá, Estos grupos deben también participar en la planificación de programas educativos escolares, campañas ciudadanas de motivación, promoción de mercados de subproductos recuperados de los RSM y definición de reglamentaciones e incentivos para solucionar la problemática de los RSM.

## CONTENIDO

PRESENTACION	i
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN EJECUTIVO	v
INTRODUCCION	1
PANORAMA GENERAL DE MANEJO Y RECICLAJE DE LOS RESIDUOS DE ENVASES Y EMBALAJES	1
GESTION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	1
APRECIACION POPULAR SOBRE LA PROBLEMATICA DE LA BASURA	2
DESECHOS DE ALIMENTOS Y DE ENVASES EN LOS RSM	6
REDUCCION DE RESIDUOS	7
SELECCION DESECHOS DOMICILIARES Y RECICLAJE	8
DISPOSICION DE RESIDUOS	10
CONCERTACION DE ACCIONES	10
POLITICAS Y ESTRATEGIAS	12
PRIORIDADES EN LA GESTION DE RSM	13
CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS ENVASES Y EMBALAJES	15
INFORMACION BASICA SOBRE LOS ENVASES Y EMBALAJES	15
PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS ENVASES	16
PRINCIPALES MATERIALES USADOS PARA ENVASES	18
VOLUMENES DE PRODUCCION Y DISPOSICION DE ENVASES	19
OPCIONES PARA LA DISPOSICION DE ENVASES Y EMBALAJES	19
BASURA CALLEJERA	20
OTROS IMPACTOS	21
ELEMENTOS DE LOS ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS ENVASES PARA ALIMENTO	21
GESTION DE LOS RESIDUOS DE ENVASES Y EMBALAJES	33
PROBLEMATICA, RESPONSABILIDAD Y CONCIENTIZACION	33
GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	34
MATERIALES RECICLABLES EN LOS RSM	37
MERCADO DE SUBPRODUCTOS DE LOS RSM	40
COMERCIALIZACION DE MATERIALES RECICLABLES	45
TECNOLOGIAS EN EL SECTOR DE ENVASES Y EMBALAJES	57
PRODUCCION DE ENVASES Y EMBALAJES	57
PROCESAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	64
RECICLAJE DE MATERIALES PARA ENVASES Y EMBALAJES	71
CONSIDERACIONES AMBIENTALES EN EL DISEÑO DE ENVASES Y EMBALAJES	88
HACIA EL FUTURO	93
MARCO NORMATIVO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y ENVASE	95
CONSIDERACIONES LEGISLATIVAS EN ESTADOS UNIDOS	95
PANORAMA REGLAMENTARIO CANADIENSE SOBRE MEDIO AMBIENTE Y ENVASES	104
NORMATIVIDAD EN NORTE AMERICA ANTE EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO	109
NORMATIVIDAD EN LA COMUNIDAD EUROPEA	110
ENFOQUE NORMATIVO EN JAPON	116

BANCO DE DATOS SOBRE LEGISLACION AMBIENTAL Y RESIDUOS SOLIDOS	117
MANEJO DE RESIDUOS DE ENVASES EN LOS PAISES EN DESARROLLO	119
GENERALIDADES SOBRE EL MANEJO DE LOS RSM	119
MANEJO DE LOS RSM EN ALGUNAS GRANDES CIUDADES DE PAISES EN DESARROLLO	125
CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN MEXICO D F	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
PLANTEAMIENTO PARA EL SECTOR PUBLICO	137
PLANTEAMIENTO PARA LA INDUSTRIA DEL ENVASE Y EL EMBALAJE	151
BIBLIOGRAFIA	159
REFERENCIAS	159

# INTRODUCCIÓN

## Panorama general del manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes

### Gestión de los residuos sólidos municipales.

La gestión de los residuos sólidos municipales (RSM) ---entendida como recolección, el procesamiento y la disposición final de los desechos --- tiene hoy en día el mismo objetivo que ha tenido desde los tiempos prehistóricos en que se inició: preservar la salud pública. El actual nivel de concientización que la sociedad tiene sobre la ecología exige que la gestión de los residuos también proteja el medio ambiente; el público demanda cada vez mayores y mejores controles y reglamentaciones.

Un objetivo adicional de gran importancia es que la gestión de los residuos contribuya a reducir el uso de materias primas y a ahorrar energía.

Gestión tradicional De los residuos sólidos municipales
• Recolección
• Transferencia
• Procesamiento
• Disposición final

Desde la prehistoria hasta nuestros días, tirar basura ha sido el método preferido por todos para disponer de los RSM; preferencia que incluye a los gobiernos de las ciudades. De este modo, con el transcurso del tiempo las ciudades se han ido elevando sobre sus propios desechos.

También en ese pasado remoto, como hoy sucede en algunos países en desarrollo, hay personas que coexisten con “montañas urbanas de basura”, en las que deambulan roedores, bandas de perros y otros animales semidomésticos . Estos grupos de gentes marginadas “los pepenadores”, seleccionan y reúnen desechos de papel, cartón, vidrio, plásticos, metales y otros materiales secundarios, con la venta de los cuales apenas logran mal vivir. Por otra parte, justo es reconocer que estas personas realizan una excelente labor de reciclaje y de recuperación de recursos.

Las montañas de basura apuntan hacia otra verdad irrefutable sobre los RSM: la disposición final eficiente de los desechos no siempre es compatible en un 100% con otros fines deseables de tipo social, tales como la dignidad humana y la modernización económica.

Cabe aclarar que a lo que la gente en general llama basura, los profesionales del ramo le denominan residuos sólidos, pues de esa manera se les reconoce una connotación de valor, como es efectivamente el caso

Una primera realidad sobre los RSM es que, básicamente, sólo hay cuatro métodos para manejarlos, los cuales se conocen desde hace miles de años (en sentido literal). Estos métodos son: tirarlos, quemarlos (y luego tirar las cenizas); convertirlos en algo que pueda ser usado de nuevo (es decir reciclarlos) y minimizar desde el principio la cantidad de bienes materiales y de residuos producidos (o sea disminuir la cantidad de basura futura). A esto último se le llama ahora “reducción de origen o en la fuente”. Todas las civilizaciones, desde el pasado remoto, han usado estos métodos en grado variable de complejidad y sofisticación .

#### Métodos de manejo de los RSM

- Tirarlos (y enterrarlos)
- Quemarlos (y luego enterrar las cenizas)
- Aprovecharlos (reciclar los materiales o recuperar la energía contenida)
- Minimizarlos (reducir de origen la cantidad de basura futura)

Recientemente, el mundo entero se ha puesto a pensar en “el problema de la basura”, incluyendo a funcionarios públicos encargados de los diversos aspectos de los servicios municipales de limpia y saneamiento, ingenieros civiles, planificadores gubernamentales, legisladores dueños de centros de acopio de chatarra y otros residuos, diseñadores de productos de envases,, microbiólogos empresarios, amas de casa, maestros de escuela, etcétera.

Ello se debe a que todos contribuyen a la existencia de los RSM y que les preocupa la salud, la protección del medio ambiente, el gato dispendioso de recursos naturales y energía, así como –aunque muchos no lo digan abiertamente –al medio de que al algún día cercano puedan quedar sepultados bajo una montaña de residuos de la cual de la cual no haya forma de salir.

Olvidando esas fantasías apocalípticas, la realidad es que “el problema” es aun manejable y que las soluciones existen, pero que no es necesario organizarse para ponerlas en práctica. También debe tenerse en cuenta que es necesario actuar ya. Igualmente, debe cuidarse de no ceder a la presión de “la sabiduría popular” sobre los residuos sólidos pues como se menciona enseguida, existen muchos conceptos erróneos sobre el tema.

#### **Apreciación popular sobre la problemática de la basura**

En general, se piensa que es factible inducir cambios en los sistemas de envasado, de modo que ello se traduzca en una reducción sustancial de residuos de envases y embalajes en el monto total de loa RSM. Esta creencia no toma en cuenta que los desarrollos tecnológicos de los últimos años ya permiten hacer

#### Problemas ambientales principales Pruma.

Nairobi, 1989

1. Efecto invernadero.
2. Disminución de la capa de ozono.
3. Lluvia ácida.
4. Contaminación del agua potable.
5. Contaminación del mar y las playas.
6. Deforestación.
7. Desertificación.
8. Desaparición de especies.
9. Generación de residuos peligrosos.

reducción en la generación per capita de residuos: las latas y botes metálicos, así como las botellas y frascos de vidrio son ahora mucho más ligeros que hace 10 ó 15 años; el aluminio esta reemplazando a la hojalata; el PET al vidrio, y los materiales laminados a base de películas plásticas y de aluminio están sustituyendo a latas metálicas, a los frascos de vidrio, etcétera. Es obvio que a los productores de envase, así como a los usuarios—es decir, a los empacadores—les conviene reducir sus costos mediante el uso mínimo de materiales de envases, siempre y cuando los materiales nuevos continúen ofreciendo la protección que los productos envasados requieren.

Se considera que, después de los residuos de alimentos, el principal “culpable” de que se saturen los rellenos sanitarios es el desecho celulósico. La contribución porcentual más importante al flujo diario de residuos sólidos no orgánicos corresponden al papel y al cartón: entre el 16 y 18% para ciudad de México. Se trata básicamente de revistas, papel periódico, de escritura, de fotocopiado y de computación. El papel y el cartón usados para envases y embalajes representan sólo una pequeña parte del total de este tipo de residuos, mientras gran parte de ellos se recupera y se recicla.

El papel y el cartón tiene características que los han protegido de peticiones de control y/o prohibición: son fácilmente reciclables (los mecanismos de acopio, selección, venta y reaprovechamiento funcionan desde hace muchos años); son biodegradables(excepto en determinadas condiciones extremas) y provienen de un recurso renovable. Desafortunadamente, las tecnologías usadas en la producción de celulosa y de papel están entre los procesos industriales que más contaminan.

Los expertos señalan que una fábrica de papel consume más agua que seis millones de mexicanos; que por cada tonelada de papel y cartón que se recicla, se dejan de cortar entre 15 y 17 árboles medianos, y que en este proceso se ahorra 60% de agua y el 20% de energía, además que se reduce la contaminación que produce esa industria en 50 por ciento. Este es un claro ejemplo de un subsector industrial que necesita modernizarse urgentemente y requiere invertir en tecnologías limpias y más eficientes, desde el punto de vista del consumo de energía.

Estos materiales permiten también ilustrar un concepto erróneo, pero muy extendido, que dice: *“La solución para ampliar la vida de los rellenos sanitarios sería controlar que sólo se tiren ahí aquellos desechos que sean biodegradables”*.

Este enfoque olvida el hecho de que la degradación en un relleno sanitario es muy lenta, con una velocidad que depende de la cantidad de la humedad presente y de la temperatura. Un ejemplo ya clásico es el hallazgo, durante una excavación arqueológica, de un periódico en perfecto estado de conservación y legibilidad, que lleva 37 años sepultado bajo toneladas de residuos, en el relleno de la ciudad de Tucson, en EUA.

En el fondo debe señalarse que es afortunado que estos materiales se vuelvan relativamente estables cuando están confinados en los tiraderos, pues de lo contrario, si el papel se degradara rápidamente, se liberarían grandes cantidades de tintas y pinturas --- muchas de las cuales contienen metales pesados -- que terminarían por contaminar las aguas subterráneas.

Otra consecuencia de una rápida degradación sería una mayor producción de gas metano y una alta inestabilidad del relleno (se estaría asentado constantemente).

Por otra parte y aprovechando el ejemplo de una compañía transnacional que vende hamburguesas, *existe la presión popular para que los recipientes y envases de plásticos usados en establecimientos de comida rápida sean remplazados por artículos a base de papel y cartón, con el propósito de que se degraden cuando lleguen a los rellenos sanitarios*. Además del argumento anterior sobre la velocidad de la degradación es necesario darse cuenta de que los vasos, platos charolas elaborados a base de papel llevan una capa de cera o de película plástica o algún tratamiento químico que les da impermeabilidad y, por tanto, también una mayor resistencia a la degradación.

Cada día se encuentra más desechos de materiales plásticos expandidos, como son las charolas para carne y los empaques para huevo, las “cochas de almeja “ para hamburguesas y los vasos térmicos para el café, tirados por doquier. Todos estos productos, al igual que las piezas de empaque rígido para inmovilizar equipos electrónicos en su embalaje de transporte, están hechos de poliestireno expandido (PSE) y son repugnantes para muchas personas, además de que simbolizan los

#### “Sabiduría popular”

##### Sobre los RSM

1. Es fácil introducir cambios en los sistemas de envasados.
2. Los “principales culpables” de que se saturen los sitios de disposición final son los productos celulósicos
3. La manera de ampliar la vida útil de los rellenos sanitarios es sólo disponer en ellos desechos biodegradables.
4. Es preferible usar envases de papel y de cartón para la comida rápida, que envases de poliestireno expandido (PSE)
5. Debe prohibirse el uso de PSE y de las bolsas de plástico para el mandado, pues los plásticos no se degradan
6. Para los envases, sólo debe permitirse el uso de plásticos degradables (de tipo biológico, químico o lumínico).
7. La gente genera cada día más basura per capita, por lo que la basura total crece más rápido que la población.
8. Todos los envases para bebidas deben ser rellenables y retornables

problemas de basura callejera que aquejan muchas ciudades.

Sin embargo, la solución no es prohibir el uso de estos materiales, pues la carne, los huevos, las hamburguesas y las videocassetteras tiene que seguir empacándose en algo, por lo que la reducción o eliminación total de cierta clase de empaques no contribuyen de manera importante a disminuir los flujos totales de RSM:

Cabe señalar que la referida empresa de hamburguesas, así como ciertos fabricantes americanos de equipo electrónico —que también habían eliminado el uso del PSE—están buscando la manera de volver a usar este material. Estas empresas reconocen que dejaron de usar el PSE en sus operaciones debido, en aquellos momentos, a consideraciones de imagen por la presión tan fuerte que ejercieron algunos grupos ecologistas.

Quienes exigen la desaparición de las bolsas de polietileno de los mercados y tiendas de autoservicio, parecen olvidar que el total de plásticos en los RSM (envases y otros productos) sólo representa 8% en peso. Las películas plásticas (bolsas y otros) ocupan menos de 1% en volumen, por lo que prohibir su uso sólo resultaría en un efecto de tipo cosmético o visual y no en una reducción importante de los flujos de desechos. Aunque, por otra parte, si se analiza el recurso y la energía requerida para hacer las bolsas, se encuentran que el plástico proviene del petróleo, recursos no renovable que debe cuidarse.

Por otro lado, si la presencia de bolsas de plástico en tiraderos y aún en la calle, parques y otros lugares públicos ofenden la vista de vecinos, amas de casa, funcionarios públicos y otros habitantes de la ciudad, es necesario reconocer que las bolsas, además de permitir el transporte del mandado desde el punto de venta hasta el hogar, son también usadas para contener el transporte los residuos domésticos desde el hogar hasta los rellenos sanitarios.

En múltiples colonias de la Ciudad de México la basura se queda horas (y días) en las banquetas, camellones y lotes baldíos, en espera de ser recogida. Hace años, cuando el “envase para la basura” era una bolsa de papel, la lluvia, los perros callejeros y otros agentes del medio ambiente se encargaban de romperla, de dispersar la basura y garantizar que estas permanecieran en vía pública y nunca llegara a los los rellenos sanitarios.

Los plásticos en la vía pública, parques, bosques, playas, hogares, carreteras, etcétera, no son tóxicos, no contaminan, no se degradan, no producen enfermedades, no infectan, no envenenan, no propician del desarrollo de los microorganismos, no producen hedores; solamente afean el paisaje y producen un rechazo visual.

El hecho de que los plásticos no sean biodegradables, lo cual es considerado como una de sus principales defectos, es probablemente una de sus grandes virtudes. La mala fama que han adquirido los plásticos es innmerecida. Aunque las botellas y frascos de plástico ocupen mucho espacio en anaqueles de tiendas y en alacenas de cocina, la situación no es la misma en los rellenos sanitarios. Los residuos plásticos, después de haber sido compactados en los camiones de recolección o en las estaciones de transferencia, y después de pasar un par de años en un relleno sanitario, bajo toneladas de residuos más recientes quedan totalmente aplastados; ocupan menos espacio, en general, que las latas y las botellas de vidrio. Además, puesto que los plásticos son inertes, no introducen compuestos tóxicos a su entorno. Bajo esta óptica, el desarrollo de plásticos biodegradables podría representar un retroceso.

Debe recordarse que el principal propósito de la gestión de los RSM para los países en desarrollo es

Los residuos de plástico en las vías públicas

El campo y las playas.

- No son tóxicos ni envenenan
- No contaminan ni producen hedores.
- No se degradan
- No producen enfermedades
- No afectan ni propician el desarrollo de microorganismos
- Afean el paisaje
- Producen asco y rechazo visual.

Gestión de los RSM en los países en vías de desarrollo  
Los propósitos de la gestión de los RSM son:  
Proteger la salud de la población.  
El medio ambiente  
Cualquier otra consideración es de menor importancia.

proteger la salud y el medio ambiente quedando en segundo plano cualquier otra consideración. Esto implica que la recolección, el procesamiento y la disposición final de los residuos debe realizarse de manera sanitaria y segura. Es en la regulación y control de estos aspectos que debe concentrarse el esfuerzo gubernamental, sin olvidar que la recolección puede representar más de 60% de los costos totales de los servicios municipales de limpieza y saneamiento.

La reducción en la fuente es a la basura municipal lo que la medicina preventiva a la salud: un medio para eliminar problemas antes de que surjan. Sin embargo, en muchos países se ha encontrado que la obligación reglamentaria de llevar a cabo reducciones de origen en muchos aspectos es ilusoria. Por una parte la mayoría de las empresas productoras de bienes de consumo, *motu proprio*, han dedicado gran esfuerzo a lograr ese objetivo, por las ventajas económicas, de distribución y de conservación de recursos que les acarrea.

Por ejemplo, en los años 70s una botella de plástico para bebidas pesaba típicamente 60 gr; hoy, ese mismo tipo de botella sólo pesa 48 gr y es más fácil de compactar una vez desechada. Por otra parte, ¿quién debe decir si un producto está empacado con exceso de materiales de envases? Es obvio que la respuesta la deben de dar de modo conjunto los empacadores y sus proveedores de envases, de conformidad con una gran cantidad de parámetros que incluyen hasta la protección contra el robo del producto en exhibidores de tiendas de auto servicio.

Empacar un pequeño tubo de pegamento en una burbuja de plástico rígido o protegido por una película encogible, todo ello pegado en una gran tarjeta de cartón, es una manera muy eficaz de desanimar el robo, por lo que no es posible asegurar que el producto esté sobre empacado.

También existe confusión en el concepto que la sociedad cada día genera más desechos por habitante, por lo que el total está aumentando más rápidamente que la tasa de crecimiento. Lo cierto es que la cantidad total crece a menor ritmo que la población, pues la generación *per capita* de residuos ha disminuido en la medida que avanza la industrialización, gracias particularmente al procesamiento y empacado de alimentos.

Otro concepto equivocado es considerar que la prohibición de usar ciertos materiales para envases, o que permita exclusivamente el uso de envases retornables, se traducirá en reducciones sustanciales de los RSM. De acuerdo con la información más reciente que se tiene sobre la composición en peso de los RSM, se encuentra que en el Distrito Federal los plásticos –incluyendo envases y otros productos –representan 8% del total de los residuos; y que el vidrio (envases y otros productos) contribuyen con el 5% al total de los desechos sólidos municipales.

Así aún prohibiendo totalmente el uso de algunos de esos materiales, la reducción en la cantidad de residuos es mínima. El mismo argumento es válido para el caso de los envases de metal (pues representan menos de 3% en peso de los RSM).

Es importante darse cuenta, pues, de que la obligatoriedad de depósito para botellas (con el fin de garantizar el reuso de dichos envases y evitar que lleguen a los rellenos sanitarios) así como la prohibición de uso de ciertos materiales (como pueden ser las bolsas de polietileno o las charolas para carne de los supermercados, los envases de comida rápida y los empaques rígidos de equipo electrónico, contruidos todos a partir de poliestireno expandido), sólo pueden lograr un efecto cosmético, de tipo visual, en la cantidad de desechos “fuera de su lugar”, es decir, en el monto de basura tirada en las calles y lugares públicos; mas no en una reducción importante en el flujo de los RSM que van hacia los tiraderos y rellenos sanitarios.

### **Desechos de alimentos y de envases en los RSM**

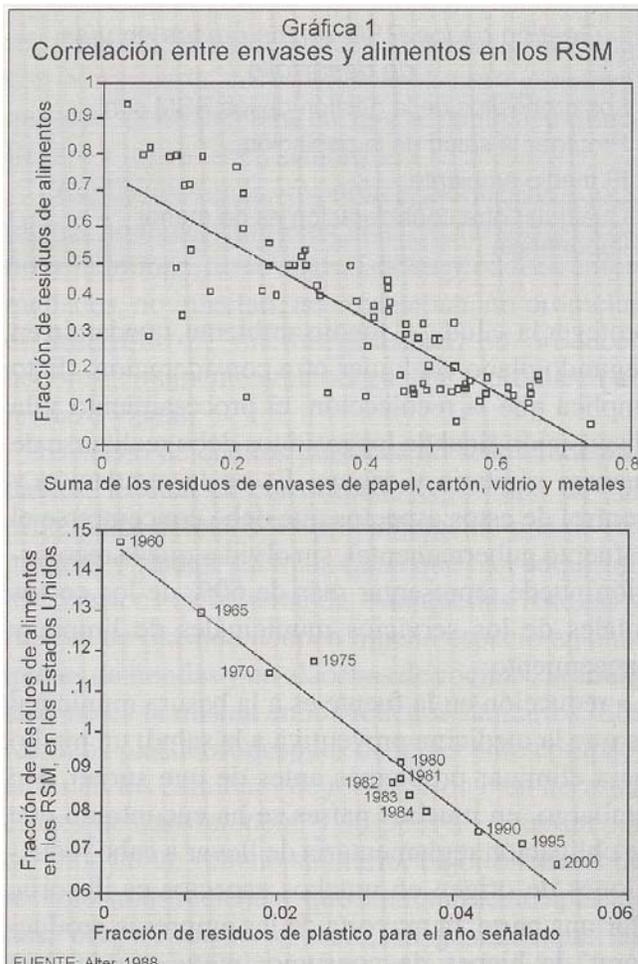
El público y los grupos ecologistas no se fijan en que los envases modernos han permitido reducir sustancialmente el desperdicio de alimentos y la cantidad de basura que se genera, aunque esto último parezca paradójico. Lo que sí ven son los residuos omnipresentes y conspicuos de envolturas de dulce, chocolates y botanas chatarra, los empaques de comida rápida, así como las botellas y latas de refresco y bebidas alcohólicas.

Un dato poco conocido, que no forma parte de la “sabiduría popular” sobre la basura, es que existe una correlación estadística negativa entre la cantidad de materiales de empaque y los desechos de alimentos que ingresan al flujo diario de los RSM.

Un análisis de los RSM de muy diversas partes del mundo ha mostrado que, en la medida en que aumenta la cantidad de materiales de envases y embalajes, disminuye la cantidad de residuos de alimentos en la basura (Alter, 1988). Dicho en cifras, los promedios mundiales encontrados señalan que un incremento de 1% en la cantidad de envases metálicos en los RSM se traduce en una disminución de 1.89% en la cantidad de desechos de alimentos; mientras que los coeficientes de reducción para los otros materiales de envases son: 0.93 para papel y cartón; 0.88 para vidrio y 1.66 para plásticos (esta última cifra es para Estados Unidos)

En la Ciudad de México, los desechos orgánicos representan aproximadamente 47% de los RSM (41% de residuos de alimentos y 6% de jardinería) y los materiales de envase y embalajes, en conjunto, aproximadamente 38 por ciento. Las cifras correspondientes para EUA son: 26% de residuos orgánicos (8% de alimentos y 18% de residuos de jardín) y 65% de materiales reciclables, de los cuales casi 40 son residuos de envases y embalajes.

Un hogar promedio de la Ciudad de México produce 30% más de desecho orgánico que un hogar en EUA. Esto se debe principalmente al mayor uso per capita de alimentos procesados y envasados en el vecino país del Norte. Este tipo de situación se da también entre los diferentes segmentos económicos dentro de la misma ciudad de México: en un hogar de altos ingresos, la componente orgánica representa 45% de los residuos domésticos, mientras que la proporción



Reducción relativa de desechos de alimentos debida a envases		
Tipo de envases	Validez	Coefficiente de reducción
papel y cartón	mundial	-.93
Vidrio	mundial	-0.88
Metal	Mundial	-1.89
Plástico	EUA	-1.66
Papel	EUA	-1.41

Fracción no Comestible de algunas Verduras		% No comestibles
Verduras		
Frijol		12
Brócoli		39
Zanahoria	→	41
Alubia		60
Coliflor		61
Maíz		64
Chícharo		62
Espinaca	→	28
Col de Bruselas		10

correspondiente en un hogar de bajos ingresos es de 51 por ciento (ver Restrepo et al 1991).

Otra correlación estadística que surge de la composición de los RSM es que, mientras mayor sea el nivel de desarrollo económico de un país, menor será la proporción de residuos alimentarios y mayor la de residuos de materiales de envases y embalajes que se incorporan al flujo diario de RSM.

Al aumentar los residuos de materiales de envases y embalajes, la transacción está en la reducción de pellejos, huesos, menudencias, cáscaras, tallos, hojas, y otros desechos a animales y vegetales (verduras y frutas). Cuando los productos se procesan y envasan industrialmente, los residuos son generalmente recuperados y usados para producir alimentos balanceados, galletinas y otros productos secundarios, por lo que no llegan al flujo de los RSM.

En vista del acelerado ritmo de desarrollo que está teniendo México durante la presente administración federal, aunado a la apertura comercial y al próximo TLC con EUA y Canadá,

Función de los envases en la reducción de residuos	
Preparación casera de 1000 pollos.	750 kg de vísceras, plumas, cabezas y patas
Procesamiento Industrial de 1000 Pollos	
+	
Aprovechamiento Industrial de Vísceras, plumas, Cabezas y patas.	7 kg de envases y envolturas

puede considerarse que cada día se consumirá mayor cantidad de alimentos procesados y empacados, en detrimento de los alimentos frescos preparados en casa. La consecuencia principal para la problemática que se analiza en este proyecto será un incremento importante en la cantidad total y *per capita* de envases producidos, usados y, por tanto, desechados, con una correspondiente disminución en el monto total de residuos orgánicos en el flujo diario de RS.M.

## Reducción de residuos

En vista de que no existe la varita mágica que haga desaparecer la basura, o que al menos la vuelva atractiva, las únicas soluciones viables que existen son reducir las cantidades de residuos que se generan, reciclar lo más que se pueda de dichos residuos y administrar eficientemente los desechos finales que generó la sociedad en su diario devenir.

Todo el mundo desea reducir la cantidad de desechos. Esto es lo que motiva que se establezcan impuestos, prohibiciones, leyes y reglamentos sobre los materiales usados para envases y embalajes. Sin embargo, existe bastante confusión sobre el término “reducción de desechos”.

Para algunos, significa disminuir la cantidad de materiales potencialmente peligrosos que se incorporan al flujo de los RSM (por ejemplo, los metales pesados y sus compuestos provenientes de baterías de plomo-ácido y pilas secas alcalinas o de mercurio, o de ciertos pigmentos, tintes y pintura. Existen grupos que pugnan porque se prohíba la

Los Rs de la gestión integral de los residuos sólidos

- Reducir
- Reutilizar
- Reparar
- Recuperar
- Reciclar
- Replantear

Disposición en relleno sanitarios de limpiadores, pesticidas y otros productos domésticos que contienen materiales químicos considerados como peligrosos.

Es curioso que cuando un producto y su envase fueron producidos, se estimó la seguridad que había para que fuesen producidos, embarcados, vendidos y usados en los hogares; y sin embargo, de repente se vuelva peligrosos cuando llegan a los rellenos sanitarios. Prohibir la presencia de algunos de ellos en los tiraderos es equivocado pues, por ejemplo los destapa caños y los limpiadores de muebles son generalmente de tipo cáustico o alcalino, por lo que neutralizan los lixiviados ácidos de rellenos sanitarios. Es decir, aunque sea en pequeña escala, no sólo no contaminan, sino que contribuyen a disminuir la posible contaminación de los acuíferos subterráneos.

Debe quedar claro que la reducción se refiere a actividades de la industria (como por ejemplo modificar procesos y productos, incluyendo especialmente envases y embalajes, de manera que se reduzca la toxicidad y la cantidad de productos y residuos de la producción, antes de ser manufacturados o de salir del mercado) así como de los consumidores (por ejemplo modificando decisiones de compra para adquirir productos menos tóxicos o más duraderos, o reusando productos y envases en lugar de tirarlos). Aún suponiendo que se logre una mejoría importante en la prevención o reducción de residuos, todavía existirán grandes cantidades de RSM que se incluirán algunos residuos de tipo tóxico y peligroso, por lo que se requerirá ser administrados eficientemente por las autoridades competentes.

Participantes en la reducción de residuos

Niños  
Adultos  
Empresas industriales  
Empresas comerciales  
Organizaciones no gubernamentales  
Autoridades municipales.  
Autoridades estatales y federales.

A nivel industrial, la reducción de desechos se da mediante la producción de nuevos productos que siendo más baratos, cumplen igual o mejor con su función. Ejemplo de ello son las botellas y latas más ligeras; la eliminación de envolturas y excesivos materiales de empaque; la mayor durabilidad de productos como llantas de automóvil, etcétera. Otra manera de reducir residuos incluyen la recuperación de materiales y la producción de composta; los nuevos usos para los materiales recuperados; reutilización de asfalto y concreto proveniente de caminos demolidos, etcétera.

También como ya se dijo antes, la incineración es una forma importante de reducir los flujos de RSM, produciendo energía y reduciendo a un 10% los volúmenes de residuo.

No es posible predecir el crecimiento del reciclaje o de la incineración debido a factores como la volatilidad de los mercados de los materiales secundarios o la oposición del público a las plantas de incineración. Por ello, es también imposible predecir, con precisión, cual será la reducción lograda en los volúmenes diarios de RSM.

### **Selección de desechos domiciliarios y reciclaje.**

En muchos países, la legislación ha establecido la obligatoriedad de separar los residuos domésticos en varias categorías, para que los servicios de recolección se los lleven a costo aceptable y puedan ser reciclados, además de que ello contribuye a disminuir la cantidad de residuos que debe disponerse finalmente en incineradores y/o rellenos sanitarios.

Se trata de una buena solución pero puede tener consecuencias, pues en la práctica se ha traducido en un desplome de los precios de los materiales recuperados, principalmente del papel de periódico. Ahora—por ejemplo en el estado de Oregon, EUA— resulta más cara la recolección que los ingresos que se obtienen por su venta a empresas recicladoras. Este es un claro ejemplo de que, si reglamentariamente se fomenta la oferta sin medidas complementarias que fomenten la demanda, los resultados que se obtienen son precisamente opuestos a los que se buscaban.

Por lo anterior, las personas actualmente involucradas en la selección, recuperación y venta de materiales secundarios, en absoluto están interesadas en que se amplíen las fuentes de estos materiales. En el caso concreto de países en desarrollo, estos grupos opuestos a programas formales de reciclaje incluyen a voluntarios y choferes en los camiones de recolección de residuos, pepenadores en estaciones de transferencia y rellenos sanitarios y chatarreros y acopiadores, en general.

En el caso del papel, cabe hacer notar que los materiales celulósicos, es decir, los residuos de papel y cartón, son la principal componente de desechos de envases y embalajes de los RSM, por lo que en todo el mundo se ha ensayado diversas acciones para reducir su efecto. Un enfoque que ha tenido éxito es otorgar incentivos fiscales y ofrecer fletes reducidos para el uso y el transporte de residuos celulósicos embalados que serán reciclados, aunado a impuestos y fletes elevados para el uso y transporte de madera, pulpa y pasta mecánica vírgenes para la fabricación de papel y cartón.

Adicionalmente, es necesario fomentar el uso extendido de papel reciclado. Los gobiernos nacionales usan en diversos países, por lo que en México —al igual que en el mundo industrializado— sería conveniente establecer guías de proveedurías que favorezcan la adquisición y el uso del papel reciclado, al menos para el trabajo en borrador, en todas las dependencias gubernamentales.

La industria del vidrio ha logrado establecer mecanismos eficientes para recuperar botellas y frascos con el fin de reciclarlos. Este es un buen ejemplo de acciones que previenen la sugerencia, o exigencia, por grupos de intereses diferentes a los de fabricantes y usuarios, de que se implanten medidas restrictivas al uso y comercialización de dichos envases.

Cabe enfatizar que el éxito de este sistema de reciclaje se debe a que existe una fuerte demanda de vidrio usado por parte de los fabricantes de botellas, debido al interesante ahorro energético que se tiene al mezclar pedacería de vidrio con materia prima virgen en los hornos de fundición del vidrio.

En los países en desarrollo, personas emprendedoras y compañías del sector privado han practicado el reciclaje por siglos. Para muchos individuos, esto ha sido un medio de vida; para los empresarios, una forma de reducir los costos. Actualmente se añaden dos parámetros más a la conveniencia de reciclar: la conservación del medio ambiente, los cuales obligan no sólo las autoridades sino a toda la sociedad a involucrarse. Así cada día crece más la participación de grupos de vecinos de asociaciones de industriales de clubes de servicio, de organismos no gubernamentales, etcétera, en la promoción y realización de diversas actividades relacionadas con el reciclaje. Es de esperar que estas actividades continúen incrementándose y que en pocos años se logre recupere una fracción considerable de los RSM.

Sin embargo, es necesario asentar claramente que el único factor que puede eficazmente impulsar un esfuerzo sistemáticamente de reciclaje de residuos sólidos, es el dinero. El dinero es la razón por la cual los comerciantes en materiales secundarios le dedican interés a algún tipo de residuos y nada a otros. Es también la razón por la que, en California, por ejemplo, la gente lleva sus latas de aluminio y botellas de PET a los supermercados y a los centros de acopio y reciclaje.

Debe fomentar la selección reciclaje de materiales secundarios de los RSM. Pero al igual que en los asuntos que acaban de analizar, es fundamental conocer todas las posibilidades y efectos antes de proceder a implantar sistemas de reciclaje. La causa principal de que muchos de los esquemas recientes de reciclaje hayan fallado está en el hecho de que, aunque se ha logrado organizar bien la oferta de los materiales se ha descuidado la demanda.

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) genera 18 000 ton diarias de RSM, de las cuales 38% son materiales usados para envases y embalajes; esto es, materiales potencialmente reciclables. Se

estima que sólo la mitad de éstos lograra llegar al sistema de reciclaje, se tendría una oferta diaria, garantizada, de aproximadamente 3 000 ton de materiales primas para los diferentes procesos industriales, que se traducirían en nuevos envases y embalajes, así como en otros productos y en una importante reducción del volumen de basura que llegan a los rellenos sanitarios. Está claro que los problemas no están en la oferta. Los cuellos de botella se encuentran en la demanda.

El papel es un buen ejemplo para ilustrar esto. No puede hacerse papel de calidad con 100% de papel reciclado. Por otro lado, los principales usos de los periódicos viejos incluyen nuevo papel periódico (10%); cajas para cereales, zapatos y otros tipos de cajas similares (cartón gris); paneles interiores de automóviles; materiales para construcción y de aislamiento térmico y charolas para huevo. El problema está creciendo con la velocidad a la que aumenta la oferta. Aún en los países en desarrollo, si la existencia de periódico viejo creciese desmesuradamente, los comerciantes en materiales secundarios se verían afectados por la consecuente baja de precios, lo cual podría incluso llevarlos a la quiebra.

La mejor manera de evitar situaciones de desarrollo ineficientes o de prohibiciones o control inapropiado, es que los mismos productores y usuarios de productos y envases divulguen información objetiva sobre la realidad del impacto ambiental de sus sistemas, estudien o implanten posibles cambios o mejoras en sus procesos, apoyen programas de concientización ciudadana y, lo que es muy importante, promuevan el uso de materiales reciclables.

### **Disposición de residuos**

Deberá utilizarse lo más posible rellenos sanitarios diseñados y ubicados de acuerdo con las más recientes normas internacionales de seguridad y operación; también ----como segunda opción a futuro--- usarse incineradores del tipo que transforman los desechos en energía y que cuentan con los más modernos sistemas de seguridad y con personal de operación bien capacitado y supervisado.

Los sistemas de incineración más modernos queman los residuos sólidos a temperaturas superiores a 1 3000 °C y sirven de fuente calorífica para operación de plantas termoeléctricas. A pesar de los estrictos sistemas de control y limpieza de los residuos gaseosos producidos por la combustión siempre hay emisión de contaminantes hacia la atmósfera. Es materialmente imposible evitar que pequeñas cantidades de ciertos metales, de gases ácidos, de dioxinas y de furanos lleguen al medio ambiente, con los consecuentes efectos contaminantes que producen.

Por otra parte, también hay que disponer de las cenizas residuales en rellenos sanitarios, en donde su ventaja es que ocupan sólo 10% del volumen que habrían ocupado los desechos originales. Pero, por otro lado, parte de esas cenizas es definitivamente tóxica, conteniendo generalmente niveles peligrosos de plomo y cadmio. Finalmente y por si los anteriores riesgos para la salud fueron pocos, estas instalaciones de conversión de residuos a energía son excesivamente caras: se requieren inversiones del orden de los cientos de millones de dólares US para que las plantas sean rentables o con bajos costos de operación (gracias la venta de la electricidad que se puede generar por la incineración de la basura).

### **Concertación de acciones**

Para que un sistema generalizado de reciclaje pueda tener éxito, es necesario que se establezcan una alianza entre autoridades de todos los niveles, pepenadores, comerciantes en residuos y chatarra y empresas recicladoras. Cada quien tiene un rol importante que desempeñar en las diversas etapas del reciclaje de los desechos sólidos municipales.

Las autoridades federales y estatales pueden contribuir con la legislación apropiada, con programas de concientización ciudadana y enseñanza escolar, así como con incentivos económicos; los municipios tienen la experiencia de la gestión de los servicios de limpia y saneamiento; los voluntarios y pepenadores saben seleccionar y, junto con los comerciantes en residuos, conocen la otra cara de la moneda: la venta de desechos; y, finalmente, se requiere la entusiasta participación de la industria nacional en la adquisición y utilización de las materias de las materias primas secundarias, para ser incorporadas en los procesos productivos. Además es necesario la cooperación de los habitantes de los diversos municipios para contribuir en la reducción de la cantidad de desechos y la selección doméstica de los mismos.

La gestión integral de los residuos y de los materiales en general tiene dos aspectos: en primer lugar, la manufactura de productos debe realizarse en función de los requerimientos de las diferentes etapas de la gestión de desechos. Por ejemplo, diseñado los productos para ser reciclables; en segundo lugar, la gestión de los RSM debe enfocarse a cada material en particular, de modo cada tipo de desecho

(incluyendo orgánico, materiales de envase, bienes duraderos, etcétera) sea dirigido hacia el método de procesamiento más adecuado, según sus características físicas o químicas.

Respecto de las opciones de política y regulación que se presentan en relación con la disminución y la gestión de los RSM, las acciones específicas que puedan implantarse serán tanto más efectivas cuanto mayor sea la participación de todos los involucrados en su diseño. El liderazgo que debe proveer el gobierno federal será mediante la fijación de una clara política nacional en materia de RSM, que incorpore metas por alcanzar, eficazmente articuladas, y que fije prioridades de acción.

El “sistema” que genera, maneja y dispone los RSM es complejo y dinámico; sus diferentes partes están eslabonadas de formas que siempre son obvias ni transparentes. Si se identifican con precisión los elementos, podrán establecerse opciones de políticas y estrategias apropiadas; podrán también definirse más fácilmente las necesidades de refuerzo, control, incentivos, prohibiciones, asistencia, limitaciones, o simplemente de no intervención.

Al presente, con base en los elementos detectados, en el estudio de diagnóstico nacional que está promoviendo el INE/Sedesol y en las recomendaciones del presente estudio sobre la situación internacional de la gestión de los RSM— en especial los de envase y embalaje—el gobierno federal puede empezar a concertar acciones y a trabajar en los siguientes elementos:

- Estudios de ciclos de vida de materiales y productos:
  - Productos: diseño, manufactura, distribución uso, desechos
  - Generación y desechos de otros materiales (principalmente orgánicos)
  - Gestión de residuos: recolección, manejo, selección, tratamiento, disposición
- Participantes:
  - Diseñadores, fabricantes, usuarios, distribuidores, comerciantes
  - Ciudadanos (adquisiciones desechos, concientización)
  - Manejadores de residuos (recolectores, voluntarios, transferencia, disposición, pepenadores, reciclado)
- Infraestructura :
  - Sistemas de recolección, transferencia y selección de residuos.
  - Sistema de acopio y mercado de materiales secundarios.
  - Sistemas de producción y comercialización de biogás y de composta
  - Sistema de incineración y disposición final.
  - Integración de industrias de gestión de residuos
  - Estructura y dinámica de las industrias de materiales, bienes de consumo y envases.
  - Sector de asistencia técnica y financiera, nacional e internacional.
- Contribución gubernamental:
  - Acciones de planeación en todos los niveles de gobierno.
  - Políticas, metas estrategias.
  - Legislación, reglamentación y normatividad técnica.
  - Programas municipales de gestión integral de los RSM
  - Programas nacionales de capacitación técnica, educación, motivación concientización
  - Promoción de estudios e investigaciones
  - Sistema de información y divulgación
  - Promoción de la prevención y la reducción de origen de residuos sólidos
  - Promoción del reciclaje y la producción de la composta
  - Promoción de sistemas eficientes de incineración y relleno sanitario.
- Actitudes sociales:
  - Juicio de valor, perspectivas de cómo se aceptan las opciones.
  - Políticas sobre conservación de recursos; desarrollo sustentable; uso eficiente de la energía protección de la salud y el medio ambiente.
  - Ubicación de sistemas de disposición de residuos, riesgos.

### **Políticas y estrategias.**

El gobierno mexicano ha trazado estrategias a mediano plazo, que se presentan resumidas en el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994. A partir de ellas se requiere aún establecer una política más específicamente enfocada a los RSM, que considere el uso de los materiales y la

recuperación de la energía. Un planteamiento así tendrá también implicaciones sobre otros problemas ambientales, como el manejo de los residuos industriales peligrosos, el efecto invernadero, la conservación de los recursos naturales, el desarrollo industrial ecológicamente sostenido y la disminución general de la contaminación.

Una política como esta debe basarse en la doble estrategia de prevención de desechos y la gestión eficiente de la energía y los recursos materiales.

Entre las metas que deben considerarse destacan las siguientes:

- Establecer como prioridades nacionales la prevención y reducción de los RSM (con Objetivos de reducir su toxicidad y cantidad)
- Desarrollar una capacidad suficiente en materiales de gestión de RSM.
- Promover métodos de gestión de RSM, que den como resultado la recuperación de materiales y energía.
- Reglamentar dichos métodos de gestión, de modo que garantice una adecuada protección de la salud humana y del medio ambiente.
- Establecer los mecanismos adecuados para la aplicación y control de la gestión de RSM.

En el aspecto de las posibles opciones de política, lineamientos, normas, estrategias, legislación y reglamentación, se está trabajando en dos grandes áreas: participación del gobierno federal en el incremento y refuerzo de la capacidad institucional, dentro del marco de operación de la gestión de los RSM, así como en acciones y programas específicos relativos a reducción, reciclaje, relleno sanitario e incineración con recuperación de energía.

Muchas de las opciones están relacionadas, puesto que todas orientan hacia el logro de las metas fijadas y a la implantación de un marco operativo para la gestión de los RSM. En términos generales, las cuestiones a ser consideradas son las siguientes:

Marco institucional:

- Planes federales estatales y municipales en materia de gestión de RSM.
- Coordinación eficiente de diversos esfuerzos gubernamentales
- Barreras al transporte (importación /exportación ) de los RSM
- Suficiente capacidad de gestión de RSM
- Procedimientos – patrón para definir nuevos lugares de disposición.
- Refuerzo de la capacidad de supervisión del INE/Sedesol.
- Centro nacional de información y divulgación.
- Programas educativos y de concientización
- Incremento de la investigación y desarrollo tecnológico
- Programas de cooperación técnica internacional.
- Tarifas, aranceles impuestos sobre la prevención y gestión de los RSM
- Otros mecanismos de financiamiento

Prevención de desechos:

- Información precisa sobre flujos y composición de RSM
- Metas de reducción de la cantidad de residuos
- Metas de reducción y toxicidad de los residuos
- Planes de adquisición de materiales reciclados en dependencias federales.
- Planes de prevención de desechos en dependencias gubernamentales
- Premios nacionales y otros incentivos
- Prohibición de productos o materiales
- Promoción de uso de etiquetas que informen sobre reducción de fuentes.

Reciclaje:

- Premios al diseño de productos, envases y etiquetas.
- Normas técnicas.
- Estandarización de definiciones métodos de ensayo
- Guías generales de codificación y etiquetado de productos y envases
- Reglamentación de los sistemas de reciclaje.

- Conflictos con reglamentos sobre residuos peligrosos.
- Desarrollo técnico y económico de mercados de materiales secundarios.
- Incentivos, subsidios, exportaciones /importaciones de materiales secundarios.
- Depósito, reuso, retornabilidad de envases, prohibiciones.
- Fomento de uso de materiales secundarios y de prevención de desechos.
- Bolsas de intercambio de residuos industriales y secundarios.

Incineración y rellenos sanitarios:

- Criterios patrón de diseño y construcción
- Reglamentación
- Normas técnicas de operación.
- Capacitación de operadores.
- Información sobre desechos tóxicos

### **Prioridades en la gestión de RSM**

Debe recordarse que entre sus objetivos específicos, el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente establece:

- “Prevenir y controlar la contaminación del suelo mediante el tratamiento adecuado de los desechos sólidos municipales e industriales y el manejo correcto de las sustancias peligrosas”
- “Asegurar la recuperación, protección y conservación de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas”
- “Contribuir que la educación se constituya en un medio para elevar la conciencia ecológica de la población, consolidando esquemas de comunicación que promuevan la iniciativa comunitaria.

En este ordenamiento se incluye también el ahorro de energía como factor esencial para reducir la emisión de contaminantes.

Así, considerado que la conservación de la energía y de los materiales forman parte de los objetivos nacionales y que los métodos administrativos modernos de manejo y procesamiento de los residuos están diseñados de modo que garanticen la seguridad de la salud y del medio ambiente, puede establecerse un marco de referencia operativo y sugerirse las siguientes jerarquías para las estrategias de la gestión de los residuos sólidos municipales:

- Reducción en la fuente o en el origen (incluyendo reutilización).
- Reciclaje (incluyendo producción de composta)
- Incineración (con recuperación de energía) y rellenos sanitarios.

Se sugiere la reducción y aún la prevención total de generación, como la primera y mejor opción de la gestión, pues incide directamente en la disminución de residuos que requieren disposición de residuos que requerirán disposición final. Enseguida, se propone el reciclaje como segunda prioridad en la gestión de los RSM, por los beneficios que proveen en cuanto a conservación de recursos y por los ahorros de energía que se logran en la producción secundaria de envases (al menos en los casos de aluminio y vidrio) al comparar con la energía requerida en la producción primaria de esos envase usado sólo materias primas vírgenes.

La incineración de los RSM en un sistema que permita generar electricidad es teóricamente preferible al relleno sanitario, pues además de recuperar el contenido en energía del residuo, permite destruir patógenos y restos orgánicos, así como disminuir el volumen de desechos que lleguen finalmente a los rellenos sanitarios. Sin embargo, el costo y la oposición ciudadana podría relegar esta opción a un último lugar.

El planteamiento anterior representa sólo un marco de referencia general, pues son los municipios --- de acuerdo con sus condiciones particulares—quienes deben precisar los métodos de gestión de los residuos y la jerarquía de los mismos. Para ello, deberán considerar factores como la salud humana, los riesgos

ambientales, los costos relativos de cada método, la disponibilidad de tecnologías, las condiciones locales del mercado de los materiales secundarios y la aceptación del público respecto de los diversos métodos. También es importante que las estrategias generales de gestión que se establezcan sean lo suficientemente flexibles como para permitir variaciones debidas a limitaciones regionales o locales, así como cambios y ajustes, en la medida en que transcurre el tiempo.

Otro factor importante para la implantación de mecanismo de gestión de los materiales a nivel local, es considerar a los RSM en términos de sus componentes y no como una mezcla inseparable. Este requisito se traduce en la necesidad de que algunos de los residuos domésticos y comerciales se conserven separados hasta en tanto sean recolectados, pues sólo así podrá la gestión de los residuos ser eficiente y económica. Adicionalmente, la separación de origen de los materiales reciclables produce residuos más limpios y uniformes, además de favorecer su venta en el mercado de materiales secundarios.

El Gobierno federal mexicano --- respetuoso de la primacía constitucional que sobre los RSM tiene los gobiernos municipales --- ha asumido un rol pasivo en la relación con la gestión integral de los desechos sólidos. Sin embargo, dadas las condiciones actuales en las que cada día hay una mayor concientización ecológica en la población, es conveniente que el INE/Sedesol se acerque a los municipios y les ofrezcan orientación y asistencia en el establecimiento de políticas, estrategias y programas locales para la gestión de los residuos.

Con el propósito de poder auxiliar a las autoridades locales, es menester conocer la situación real de los centros urbanos nacionales con mayor problema, así como aprender de soluciones que se hayan implementado en otras partes del mundo, aunque no sea más que con el fin de no cometer los mismos errores.

Por lo tanto, en vista d la importancia relativa de los desechos de envases y embalajes, así como por su enorme conspicuidad en las vías y lugares públicos, el INE/Sedesol inicio este proyecto de estudios, tendentes a definir el impacto ambiental de residuos de envases y materiales que los constituyen. Esta investigación está considerada como la primera etapa en el análisis de la compleja problemática que representa el manejo y disposición de la totalidad de los residuos sólidos.

## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS ENVASES Y EMBALAJES

Para comprender cómo participan los envases y los embalajes en la problemática del medio ambiente es necesario conocer las funciones que éstos desempeñan en la vida diaria de los consumidores. Asimismo, para evaluar si uno de los principales factores responsables de los grandes volúmenes de desechos sólidos que hay que manejar es el exceso de envases en la vida moderna debe de determinarse antes que se signifique este concepto. A continuación se presentan algunas consideraciones sobre el papel que juegan los envases en la vida moderna, con el propósito de ubicar su participación en la problemática de la gestión de los desechos.

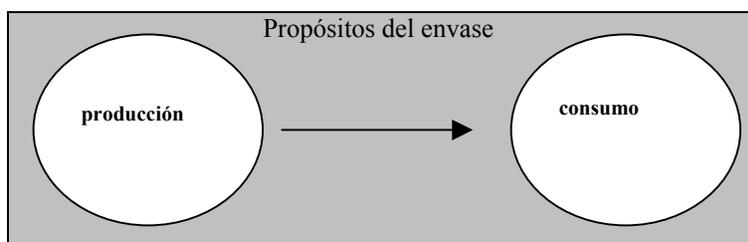
### Información básica sobre los envases y embalajes

Como definición de trabajo, puede decirse que el envase es un contenedor que esta en contacto directo con el producto; es el contenedor que adquiere el consumidor. Por extensión, a esta rama del sector industrial y comercial, se le conoce como “industria del envase”. Otra definición necesaria es la del embalaje, que corresponde a un envase secundario, es decir, al “envase de los envases”. Por embalaje se extiende cualquier contenedor para transportar y cualquier sistema de initarización de carga. Finalmente, por empaque debe entenderse el material de relleno y/o alcochonamiento que se usa en los embalajes para proteger los envases y/o los productos durante su transporte. A sismo, para contribuir a la confusión de los términos, a este sector de la economía también se le denomina “industria del empaque”; por lo que empacar es equivalente a envasar y también es equivalente a embalar, aunque envasar no sea lo mismo que embalar

Definición de envases, embalajes y empaques	
Envases	
Primarios:	En contacto con el producto.
Envase	
Secundario:	Envoltura o caja que contiene el envase primario.
Embalaje	
	Sistema para contener y transportar envases primarios o productos a granel
Empaque:	
	Material para amortiguamiento de choque y para relleno de cajas.

Los envases son esenciales para promover y mantener la salud pública y el bienestar económico de toda sociedad moderna. Al conservar los productos que contiene, los envases colaboran de manera significativa a la reducción de la cantidad de desechos sólidos, así como al desarrollo socioeconómico y a la protección del medio ambiente. En particular, los siguientes son algunos hechos básicos sobre la importancia de los envases para alimentos y bebidas:

- A Al proteger los productos en contra daños y descomposición, los envases contribuyen a reducir, en lugar de incrementar, el flujo de residuos
- B: Los envases conforman un componente esencial de los sistemas nacionales de distribución de alimentos, y contribuyen a poner una gran variedad de productos al alcance de los consumidores, a precios razonables.



- C. La existencia de productos y empaques coadyuva de manera importante a reducir los tiempos requeridos para la compra y preparación de los alimentos.
- D. La competencia entre los materiales de envase, los proveedores de los mismos y los empaques de alimentos se traduce en la búsqueda continua de esquemas de disminución de envolturas y envases; existe una constante preocupación por obtener una “reducción de origen” de los residuos sólidos en las fuentes industriales del empaque.
- E. Los envases de un solo uso proporcionan beneficios para la salud pública, al eliminar prácticamente cualquier posibilidad de transmisión de enfermedades. Por otra parte, los envases reutilizables contribuyen a disminuir el consumo de materias primas naturales no renovables.
- F. La prohibición de uso o la eliminación total de cualquiera de los diferentes tipos de materiales para envase tendría sólo un efecto marginal y muy poco significativo en los flujos de residuos sólidos municipales (RSM).

**Principales beneficios de los envases de alimentos**

- Conservar la higiene y sanidad.
- Proteger los nutrientes y sabores.
- Reducir descomposición y desperdicio
- Incrementar la disponibilidad.

**Principales funciones de los envases**

En el recuadro siguiente se presenta un resumen de las características principales del empaque, como sistema de apoyo al desenvolvimiento de la vida moderna.

**Funciones básicas de los envases y embalajes**

- A. Mantener las propiedades nutricionales y sensoriales de los productos
- B. Reducir las pérdidas del producto, al protegerlo contra la descomposición
- C. Disminuir los costos de distribución e incrementar la eficiencia en el manejo, transporte y almacenamiento
- D. Contribuir con el mejoramiento de las condiciones de trabajo en las plantas de procesamiento y en los establecimientos de venta al consumidor
- E. Proveer un máximo de conveniencias y economía a los consumidores
- F. Proporcionar un medio de impresión para informar al consumidor sobre los aspectos legales y de mercadotecnia relativos al producto contenido.
- G. Ofrecer un atractivo gráfico y de color para la venta al menudeo.
- H. Reducir los posibles impactos negativos del producto del producto sobre el medio ambiente.

En particular, puede decirse que las funciones primarias de un buen envase son las siguientes:

- Proteger y preservar
- Contener y transportar.
- Informar y atraer.
- Conveniencia de uso.

La protección y preservación del contenido es la función fundamental de un envase o embalaje. Se espera que un envase proteja al producto de los efectos del medio ambiente, desde el lugar y tiempo de consumo o uso. La interacción del producto con el entorno podría tener como consecuencia la ruptura, la

contaminación, la descomposición, la oxidación, la adquisición o pérdida de humedad, el robo y muchos otros daños más de tipo mecánico, químico o biológico.

#### Funciones primarias de los envases

- Proteger y preservar
- Contener y transportar.
- Informar, promover y atraer
- Comodidad para el consumidor
- Disminución de robo

En el caso de productos potencialmente peligrosos, la función del envase también es la de proteger al ambiente en contra de los impactos del producto. Este aspecto de los envases y embalajes involucra elementos tan diversos como el empaquetado de productos tóxicos para ser embarcados hacia una disposición final, hasta un envase para aspirinas que no puedan ser abierto por un niño.

Los envases y embalajes proveen un medio muy cómodo y eficaz para almacenar y transportar toda clase de productos. La gran mayoría de los productos que usa y/o consume la sociedad moderna, requiere de algún sistema que los contenga, o no sería de utilidad. Es difícil concebir un cereal sin caja, la leche sin botella o “cartón”, o el arroz sin bolsa. Aún más difícil es imaginarse una manera de transportar dichos productos hasta el hogar y colocarlos en una alacena o en el refrigerador, si no tuviera algún tipo de envase

#### Consideraciones adicionales relativas

a envases

- Conservación de la higiene, los nutrimentos, los sabores y los olores.
- Protección del contenido contra efectos del ambiente (por ejemplo descomposición)
- Protección del ambiente contra efectos del contenido (por ejemplo productos peligrosos)
- Funcionalidad producto/envase.
- Disponibilidad de productos para el consumidor
- Disminución de desperdicios.

La función de comunicación tiene que ver con lograr que el consumidor compre el producto, con ofrecer datos sobre el uso y disposición adecuada del mismo y de su contenedor, con aportar información nutricional y/o información requerida legalmente, con identificación del producto, del fabricante y del distribuidor.

La conveniencia de uso es uno de los aspectos del envase que se volviéndose cada día más importante para la sociedad. Incluye todos los aspectos de diseño que facilitan el uso o consumo del producto.

Otra característica importante es que el envase representa un sistema en el cual el contenedor físico no más que una de las partes. Un cambio en tipo de envases puede obligar a efectuar cambios en las operaciones de llenado, en los mecanismos de distribución, en los módulos de exhibición de los productos en las tiendas detallistas y aún en la formulación y manufactura del producto mismo.

Así una evaluación de los impactos ambientales de un determinado envases o embalaje debe también tomar en cuenta los impactos que causarán los cambios asociados. Por ejemplo, al analizar el impacto energético que tendría que cambiar las botellas miniatura de licores de vidrio a PET, deben considerarse las diferencias en requerimientos de energía de ambos sistemas, desde la extracción y procesamiento de las materias primas, la manufactura de las botellas, el llenado y la distribución de

#### Impacto ambiental de la cadena de envasado

- Disminución de recursos naturales no-renovables.
- Contaminación del agua, el aire y el suelo
- Contribución al calentamiento global.
- Consumo elevado de energía.
- Presión sobre los sistemas de gestión de los desechos sólidos

Las mismas. Igualmente, deben considerarse los requerimientos de combustible para el transporte entre las diversas etapas industriales y comerciales anteriores, así como los gastos de combustible para el consumo cuando se trata de botellitas utilizadas en vuelos comerciales.

En la sección 1.8 se presentan los principales elementos que deben tomarse en consideración para realizar estudios de impacto ambiental de los envases y embalajes. Estos estudios se conocen también con los nombres de ecobalances, análisis de ciclo de vida, realizando para las condiciones particulares de una determinada ciudad, puede aportar información objetiva para establecer los impactos ambientales que causan los diferentes sistemas, en la zona urbana especificada.

#### Análisis del desempeño ambiental de los materiales para envases

- Operaciones de explotación y beneficio.
  - Forestales
  - Mineras
  - Petroleras
- Operaciones de manufactura
- Operaciones de conversión
- Operaciones de llenado
- Operaciones de distribución y venta
- Operaciones de reuso, reciclaje y disposición final.

Sólo al contar con la información resultante de un ecobalance, aunada a consideración adicionales de tipo económico, tecnológico, de diseño y de cumplimiento de las funciones básicas, puede decidirse objetivamente si, entre otras opciones, debe prohibirse el uso de un determinado material o envase, o si un sistema específico constituye “un envase excesivo”. Esta claro que este tipo de decisiones no debe tomarse a la ligera ni, mucho menos, con base en presiones políticas o de grupos de interés.

#### Principales materiales usados para envase

Los principales materiales usados para fabricar envases son:

- Metales:* para empacar alimentos, el acero (bajo la forma de hojalata, lámina negra, acero sin estaño, etcétera) y el aluminio son los metales utilizados
- Vidrio:* las botellas y frascos para alimento y bebidas son generalmente de alguno de los siguientes colores: transparente, ámbar o café y verde.
- Papel y Cartón:* Los envases y embalajes de materiales celulósicos se producen en una gran variedad de calidades de papel, cartón prensado o plegadizo y cartón corrugado.
- Plásticos:* seis resinas (de un total de más de 50 que hay en el mercado) representan aproximadamente el 95% de los plásticos usados para envases y embalajes, tanto en presentación rígida como flexible:

- PET (Polietilen Tereftalato )

- PEAD (Polietileno de Alta Densidad)
- PVC (Poli-Cloruro de Vinilo)
- PEBD (Polietileno de Baja Densidad)
- PP (Polipropileno) y
- PS (Poliestireno)

*Materiales Complejos:* el uso de dos o más de los materiales anteriores da origen a los llamados envases complejos (o compuestos): Entre éstos, los principales son los de tipo laminado y/o co-extruido, basados en materiales como papel, diversas resinas poliméricas (incluyendo mucho de las 50 mencionadas antes) y hojas de aluminio. Con estos materiales se producen envases flexibles (como bolsas y envolturas para botana chocolates), semi-rígidos (como “cartones” para la leche y jugos) y rígidos (como “latas plásticas” para platillos precocinados, con estabilidad de anaquel total sin necesidad de refrigeración.

**Principales materiales usados en envases para alimentos**

- Acero (hojalata).
- Aluminio
- Cartón
- Papel.
- Plástico
- Vidrio
- Materiales complejos.

**Volúmenes de producción y disposición de envases**

Un aspecto importante en la evaluación del impacto ambiental de los envases y embalajes es determinar que cantidad de materiales se utilizan. Desafortunadamente, en muy pocos países del mundo se conocen los tonelajes precisos de producción de materiales para envase y embalaje en sus diversas categorías. En Estados Unidos de América (EUA), por ejemplo, la empresa de consultoría Franklin Associates estimó que, en 1984, un total de 43.5 millones de ton de envases ingresaron al flujo de los desechos sólidos municipales. En vista de que la vida media de los envases es inferior a un año, la cifra anterior puede servir como una estimación aproximada del volumen de envases producidos en ese año.

Los envases de papel y cartón representaron la porción más grande de los residuos de envase; con más de 29.8 millones de ton, de las cuales 18.8 millones de ton fueron de cartón plegadizo y corrugado. Se estima que se produjeron ese mismo año más de 5.4 millones de ton de envases de acero, de los cuales 4.2 millones de ton fueron latas metálicas. Los envases de aluminio representaron cerca de 2.0 millones de ton, de los cuales 1.5 millones de ton fueron de latas. El volumen de envases de vidrio producido ese año se estima en 12.8 millones de ton. Finalmente, se considera que la cantidad de plástico usados para envases fue de 4.9 millones de ton, los cuales, para 1987, se había incrementado hasta 6.3 millones de ton. Otros materiales, tales como madera y textiles, representan un porcentaje mínimo del total de materiales usados para empaque.

De acuerdo con análisis de la industria americana del plástico, en 1984 el 32.5% de los plásticos usados para envases fue de PEBD, 30.6% de PEAD, 10.6% de PS, 10.0% de PP, 7.2% de PET, 4.8% de PVC y 4.1% fue remanente de diversos polímeros (Modern Plastics, 1988).

Actualmente después de ajustes al modelo de Franklin Associates, se estima que la cantidad de residuos de envases que ingresan al flujo de los RSM es de aproximadamente 65 millones de ton. Este enorme volumen de materiales de envases que se descarta cada año, hace que la disposición de los desechos sólidos sea el asunto ambiental de mayor trascendencia que enfrenta la industria del envase hoy en día.

Esta situación, aunque en menores escalas, es parecida en todos los países del mundo.

## **Opciones para la disposición de envases y embalajes.**

Los métodos para la disposición de los residuos de envases son limitados. Tradicionalmente, la gran mayoría de los residuos de envases y otros materiales sólidos se “eliminan” en tiraderos y rellenos sanitarios. Otro método, como la incineración y el reciclaje, sólo representa una fracción muy pequeña del total. En EUA, aproximadamente 10% se lleva a la incineración y de 55 a 10% al reciclaje. Mientras tanto, en Dinamarca, la incineración con recuperación de la energía es el método de disposición de más de 70% de los RSM.

Es sólo recientemente que el mundo ha empezado a adquirir conciencia de que el relleno sanitario es un método de disposición de los desechos que no puedan continuar usándose indefinidamente, a menos de que se hagan modificaciones significativas a este proceso. La capacidad de los rellenos actuales está disminuyendo y desapareciendo, por lo que cada día se vuelve más costoso seguir usándolos.

El problema de la falta de capacidad para disponer de la basura recibió atención mundial de los medios informativos en 1987, con el viaje de Mobro, la “barcaza de basura”. La embarcación salió de Islip, Long Island, N Y, en marzo de 1987, cargada de basura urbana de la ciudad de Nueva York. después de aproximadamente seis meses y un proyecto de 10 mil kilómetros, que la llevo a tocar puertos de EUA, México, Belice y las Bahamas, en busca de un tiradero que aceptara su carga, la barcaza volvió a Long Island donde su contenido fue finalmente incinerado.

Se ha estimado que la mayoría de las grandes ciudades americanas, al igual que las del resto del mundo, se quedarán sin capacidad de disposición final de desechos antes del fin de siglo. Esto está haciendo que los costos de disposición se incrementen de manera dramática. Por ejemplo en Filadelfia, el costo pasó de \$ 8.75 USD/ton en mayo de 1985 a \$17 USD/ton en enero de 1987. En algunas partes de Long Island, NY, los costos de disposición se incrementaron de \$5 USD/ton en 1984 hasta \$150 USD/ton, para fines de 1987. En la ciudad de México, se estima que el costo actual de manejo y disposición de los RSM es de aproximadamente \$50 USD/ton, de los cuales cerca de \$6 USD/ton corresponden a la disposición final en el relleno sanitario y el resto a recolección y transferencia .

El costo y la capacidad cada día menor de los rellenos sanitarios no son los únicos problemas asociados con este método de disposición de residuos sólidos. Se ha demostrado que los fluidos lixiviados provenientes de los rellenos municipales son una fuente importante de contaminación de las aguas subterráneas. En EUA se ha clasificado como peligrosos más de 200 rellenos municipales abandonados. De igual manera, una gran parte de los casi 16 400 rellenos que operan actualmente no cumplen con las especificaciones y normas requeridas para evitar la contaminación del agua freática. Cada día se vuelve más difícil ubicar nuevos rellenos sanitarios, debido en parte a los requerimientos geológicos para reducir el problema lixiviados así como también a la oposición cada vez mayor del público, especialmente de los vecinos del lugar propuesto.

## **Basura callejera**

Cuando los residuos no son eliminados correctamente, a menudo acaban como basura en calles y lugares públicos. Los materiales para envase contribuyen muy significativamente al problema de la basura en lugares públicos. Aunque la basura callejera y los residuos sólidos están relacionados, la solución a uno de los dos problemas no necesariamente tiene algún efecto sobre el otro.

Cuando en el estado de Oregon, EUA, se implantó una reglamentación para depositar botellas y envases de bebidas carbonatadas, el objetivo primordial fue combatir la basura callejera. Las botellas y las latas representan un elevado porcentaje del volumen de este tipo de basura y son unos de los componentes más visibles de la misma. Sin embargo desde el enfoque del total de los RSM, los envases para bebidas sólo representan 4% del total por lo que cualquier reducción en los volúmenes de estos desechos tiene un impacto muy pequeño a nivel global.

Actualmente, nueve estados americanos han aprobado legislación para establecer depósitos obligatorios de estos envases. En otros estados opositores a este tipo de legislación han derrotado iniciativas parecidas.

En los estados con “reglamento para botellas” han logrado recuperarse entre 80% y 90% de los envases comercializados. El efecto de esta legislación sobre la basura tirada en parques, playas, acotamientos y cunetas de carreteras, etcétera, es claramente visible a medida que uno viaja de un estado reglamentado a otro no reglamentado, en los cuales continúa existiendo gran cantidad de envases en la vía pública.

Sin embargo, esta reglamentación no tiene un efecto significativo sobre de otros materiales en este tipo de basura, por lo que se ha observado un aumento en la cantidad de envolturas de plástico y papel que continúan siendo descartadas. Es así, que, bajo la base de un análisis costo-beneficio, existen dudas sobre los beneficios reales de este método de combatir la basura callejera.

El impacto real del depósito reglamentado sobre los RSM es mucho más difícil de evaluar. En muchos casos, esta reglamentación no obliga a reciclar los envases recuperados; únicamente tiene el efecto de producir cantidades muy importantes de envases recolectados. Si existen incentivos económicos para reciclar estos materiales, entonces se logra la aparición de empresas recicladoras que, efectivamente, sacan estos materiales del flujo de los desechos sólidos.

Por otra parte, si no existen mercados viables para los envases recolectados, estos terminan en un relleno sanitario, una vez que se han tomado precauciones para evitar que puedan ser entregados un segunda vez y vuelto a cobrar el depósito.

### **Otros impactos**

La disposición de los residuos sólidos y el efecto de la basura callejera no son los únicos aspectos de preocupación ambiental para la industria del envase. Otros asuntos de igual o mayor trascendencia

#### Envase apropiado desde el punto de vista ambiental

- Contenedor reusable o apto para ser reprocesado
- Integrado por componentes sencillos: reciclables
- Tamaño y forma estandarizados: simplifica manejo
- Hecho con materiales libres de sustancias dañinas.
- Su disposición no debe causar problemas de manejo, procesamiento o contaminación.

Aún son problemas de alcance global, como la disminución de los recursos naturales, el uso excesivo de la energía, la contaminación del aire y el agua y el efecto invernadero.

Sin embargo, la principal preocupación- y que requiere acciones inmediatas – es el impacto ambiental de los desechos de envases y embalajes. La reducción en la generación de residuos, la reutilización el reciclaje, los envase degradables y la recuperación de los recursos incluidos en los envases son las opciones que deben analizarse y compararse, en el marco de las condiciones locales de cada municipalidad, para encontrar las soluciones que mejor se adapten a la problemática existente.

#### Ahorros producidos por los envases apropiados

1. Disminución de las pérdidas de productos.
2. Incremento de la higiene de los alimentos
3. Conservación de su valor nutricional
4. Información sobre el contenido
5. Mejoramiento de la eficiencia de la distribución.
6. Facilidad en el manejo de los productos mediante la estandarización de la carga (tarimas)
7. Reducción de la cantidad de basura domiciliar.

### **Elementos de análisis del ciclo de vida de los envases para alimentos.**

Se puede enlistar y comparar las ventajas y desventajas ecológicas de los diversos sistemas de envasado, así como las similitudes y diferencias en los patrones de vida de consumo entre México y el resto del mundo, pero ello no se significa que puedan adaptarse a este país las soluciones extranjeras al problema particular de la contaminación ambiental que generan las diversas fases de la industria y el comercio de los envases. Es posible adaptar las metodologías existentes, pero es necesario llevar a cabo un estudio detallado que incluya los datos y parámetros de la ciudad o región para la cual se requieren determinar los impactos.



En la toma de decisiones sobre la promoción o restricción de algún material o sistema de envasado es necesario conocer todos los elementos que intervienen en la producción y uso de dicho sistema, así como el comportamiento de tales elementos en las condiciones específicas de cada zona urbana.

Ciclo de vida de los envases, etapas de trascendencia ambiental.

- Adquisición de las materias primas.
- Procesamiento de las materias primas
- Producción o conversión de los envases.
- Proceso de llenado, envasado y embalado.
- Distribución y venta.
- Manejo de los residuos:
  - Reducción de origen.
  - Reutilización
  - Reciclaje
  - Incineración con recuperación de energía
  - Disposición en relleno sanitario.
  - Degradabilidad

Con el propósito de contribuir a la crear conciencia sobre las bondades y efectos de los envases para alimentos, a continuación se presentan algunas consideraciones que intervienen en el análisis del ciclo de vida de los principales tipos de envases para alimento y bebidas.

Ciclo de vida de los envases estudiados que comporta

- Impacto sobre la calidad del aire.
- Impacto sobre la calidad del agua
- Impacto sobre la calidad del suelo.
- Auditoria de consumo de energía
- Recuperación de energía
- Recuperación de recursos naturales.

## **Papel (renovable)**

1. *Adquisición de materias primas.* En su origen el papel y el cartón provienen de árboles que han sido talados. Mediante una administración adecuada, los árboles pueden llegar a ser un recurso renovable y permitir su tala indefinida. El transporte de la madera al aserradero utiliza energía de origen petrolero principalmente. El papel a partir de papel y cartón reciclado
2. *Procesamiento de las materias primas.* La madera- mediante procesos mecánicos y químicos- se convierte primero en pulpa celulósica y después en papel o cartón. Estos procesos requieren usar energía eléctrica, productos químicos y agua. Algunas plantas convierten los desperdicios de madera en energía eléctrica con la cual operan sus procesos. La contaminación de las aguas residuales puede ser un grave problema. Los desechos orgánicos –que consumen oxígeno al descomponerse por medio de bacterias-pueden contribuir con una disminución importante de oxígeno que requiere la vida acuática. Más aún, el cloro puede dar lugar a la información de dioxinas. Sin embargo las empresas de celulosa y papel del mundo entero están invirtiendo enorme cantidad de dinero en investigación y modificaciones a plantas antiguas tendentes a reducir el impacto ambiental de la producción de pulpa y papel. Muchas plantas han dejado de usar los procesos de blanqueado con cloro, con lo cual se ha reducido significativamente la contaminación del agua.
3. *Manufacturera o conversión de los envases.* Para poder ser utilizado como envase de alimentos, el papel se modifica o se cambia con otros materiales tales como parafina, parafina, plásticos (polietileno) u hojas metálicas. El papel puede ser procesado de maneras que sea impermeable a los gases, la grasa, el agua o la humedad. También pueden dársele tratamiento para que resista el ataque de los insectos la corrosión y los hongos. El tipo de papel usado para propósitos de envasado es inodoro, insaboro y no tóxico. Otras ventajas de los envases de papel con su ligereza y maleabilidad, es decir, que pueda tomar diferentes formas con facilidad.
4. *Proceso de envasado o llenado.* Durante la operación de llenado, el consumo de energía y la velocidad del proceso pueden variar grandemente, como función de la forma, el tamaño y el peso tanto del envase como de la combinación de materiales usados.
5. *Distribución y venta.* El papel es muy ligero, lo cual favorece el ahorro de energía y la reducción de emisiones de gases contaminantes durante el transporte del producto.
6. *Manejo del residuo.*
  - a) Reducción de origen. La madera es un recurso renovable. Sin embargo, la tala y el procesamiento de los árboles deben ser cuidadosamente planeados y los programas de reforestación adecuadamente implementados para garantizar la supervivencia y el vigor de los bosques. En Suecia y Finlandia se plantan tantos árboles cada año que crece más madera de la que se corta; es decir, existen ganancias netas de áreas boscosas.
  - b) Reutilización. Los envases de papel no se reutilizan, por lo que en este rubro no presentan gasto de energía o producción de contaminación.
  - c) Reciclaje. El papel y el cartón son productos reciclables que pueden ser usados una y otra vez por la industria del envase. Los residuos de papel periódico, de cartón corrugado, de papel de oficina (como el de impresora de computadora, de copiadora, etcétera) y los papeles mixtos, son todos reciclables. El reciclaje de estos materiales contribuye a disminuir la cantidad de desechos que acaban su vida en un tiradero o relleno sanitario. Igualmente, cada vez que se recicla una tonelada de periódicos viejos, se dejan de cortar entre 15 y 17 árboles. Finalmente, al usar residuos de papel en lugar de fibra de madera virgen para fabricar nuevo papel se reduce el consumo de energía en 58 % por ciento.
  - d) Incineración con recuperación de energía. El papel es combustible y tiene un alto valor calorífico para propósitos de incineración tendente a recuperar la energía contenida en el residuo

## Papel

Para producir 1 Ton de PAPEL, se requiere Consumir las siguientes cantidades de materias Primas y energía.

- 1 845.10 kg madera
- 108.06 kg cal (CaO).
- 180.11 kg sulfato de sodio
- 38.02 kg carbonato de sodio anhidro.
- Variable Aditivos como almidón Resinas, alumbre, dióxido de titanio Bentonita, caseína, cera talco, etc.
- 100 114.761 agua
- 30.86 millones de BUT de energía.

Se requiere también dar tratamiento o eliminar lo siguiente:

- 42.02 kg contaminantes del aire.
- 18.01 kg contaminantes del agua.
- 88.05 kg. desechos sólidos.

La cantidad de recursos que se ahorran al reciclar una tonelada de papel son los siguientes:

- dejar de talar aproximadamente 1.5 a 2 metros cúbicos de espacio en un relleno sanitario (equivalente a una caja de 2m de largo por 1m de ancho y 1m de alto).

- e) Disposición en relleno sanitario. El papel y los productos de madera contribuyen de manera importante a producir metano cuando se degradan anaeróbicamente, tal como sucede generalmente en los rellenos sanitarios. La degradación del papel libera las tintas de impresión que pueden estar echas con metales pesados los cuales podrían contaminar las aguas freáticas.
- f) Degradabilidad. El papel es biodegradable. Sin embargo la rapidez de degradación varía dependiendo de la composición química del papel, de la cubierta del mismo y de las condiciones del medio en que se encuentre. Durante la degradación de tipo aeróbico se produce dióxido de carbono y agua. La degradación anaeróbica genera dióxido de carbono y metano, así como otros compuestos orgánicos menores. El dióxido de carbono es un importante “gas de invernadero” que contribuye al calentamiento global.

## Acero (no renovable)

1. Adquisición de materias primas. En peso, 5% de la corteza terrestre es hierro. Por tanto, aún cuando se trata de un material no renovable, este elemento existe en abundancia El mineral de hierro es la fuente más económica y concentrada para obtener este elemento. La extracción de este mineral requiere energía y produce daños en la naturaleza.
2. Procesamiento de las materias primas. El mineral de hierro se funde en un alto horno con carbón y piedra caliza para producir hierro fundido (hierro libre). A medida que el carbón consume oxígeno del mineral y la piedra caliza reacciona con las impurezas, se produce una escoria que debe ser separada. El hierro fundido se refina en un horno de hogar abierto de oxígeno básico o eléctrico para producir el acero. La extracción del mineral de hierro, del carbón y de la caliza, así como la producción de hierro fundido y acero contribuyen a la contaminación tanto del aire como del agua. Más aún, todos ellos son procesos intensivos en el uso de la energía.
3. Producción o conversión de los envases. La lámina de acero utilizada en la manufactura de envases (latas, botes, cubetas, tambores, etcétera) debe ser recubierta para evitar la corrosión producida por el oxígeno y la humedad. Pueden usarse diferentes tipos de recubrimientos. Originalmente se utiliza estaño se conoce con el nombre de hojalata. Sin embargo actualmente se usan recubiertas de

aluminio, de cromo de materiales cerámicos: Los contenedores hechos de acero se presentan en una gran variedad de formas y tamaños. Son impermeables a luz y a los gases y protegen a los alimentos que contienen de manera muy eficiente. Los envases de acero son muy resistentes al impacto y a la ruptura.

4. Proceso de envasado o llenado. Las latas de acero se llenan y se sellan fácilmente. Existe maquinaria que pueda cerrar hasta 600 latas por minuto. La esterilización de las latas en autoclave es un proceso que consume energía.
5. Distribución y venta. Los envases de acero son fuertes e inviolables por lo cual no es posible contaminarlos. Sin embargo, debido a su elevado peso, el transporte de envases y contenedores de acero presentan altos consumos de energía. Además los envases de acero cilíndrico desperdician aproximadamente 25 % del espacio en los embarques y en los anaqueles de venta.
6. Manejo del residuo
  - a) Reducción de origen. La cantidad de materias primas utilizadas para producir envases de acero ha ido reduciéndose con el paso de los años, lo que se ha traducido en ahorro de energía al producirse contracciones en los procesos de extracción, transporte y transformación. Por las mismas razones, los costos también han disminuido.
  - b) Reutilización. Los envases de acero no son reutilizables.
  - c) Reciclaje. Los contenedores de acero son totalmente reciclables y las materias primas que los constituyen pueden ser reusadas indefinidamente, aunque es necesario separarlas previamente. Los procesos de desestaño usan energía de modo intensivos. Los materiales de recubrimiento y el acero libre de ellos se venden como productos nuevos de alta calidad para ser reconvertidos en nuevas materias primas para envase. Cuando se fabrican latas a partir de acero reciclado, en lugar de mineral de hierro virgen, se consiguen ahorros de entre 60% y 70% en los consumos de energía. El reciclaje también reduce la contaminación del agua y del aire hasta en 86 por ciento.
  - d) Incineración con recuperación de energía. El acero no es combustible, por lo que la incineración no lo destruye. Consecuentemente, este metal puede ser recuperado por medio de electroimanes, en el fondo de las cenizas genera en las plantas de incineración. Si embargo, la alta temperatura genera una aleación indisoluble entre el acero y el estaño.
  - e) Disposición en relleno sanitario. El acero, siendo un metal, así como sus recubrimientos (estaño, aluminio, cromo, materiales cerámicos) permanecen inertes en el interior de los rellenos sanitarios. Con el transcurso del tiempo, la presencia de ciertos productos químicos pueden atacar los envases desechados e incorporar algunos metales pesados a los lixiviados, los cuales pueden contaminar las aguas subterráneas. Este es el caso del plomo usado en la soldadura con estaño y plomo de algunos botes no sanitarios de hojalata.
  - f) Degradabilidad. El acero no es biodegradable, se degrada mediante corrosión (reacción química en lugar de reacción biológica ) El acero se oxida en presencia del agua y oxígeno produciendo escamas que se desprenden y exponen la masa interna a los agentes oxidantes. La velocidad de degradación varía mucho dependiendo del material que se haya usado para el recubrimiento.

### Acero

Para producir 1 Ton. de ACERO se requieren las siguientes cantidades de materias primas y energía:

- 986.09 kg mineral de hierro
- 395.74 kg coque
- 227.14 kg cal .
- 5.00 kg. estaño, para convertir el acero en hojalata
- 31.96 Millones de BUT de energía.

Se requiere también dar tratamiento o eliminar lo siguiente:

- 269.16 kg desechos sólidos.
- 21.01 kg. contaminantes de aire.

Al reciclar el acero, se tienen las siguientes reducciones:

- 74% Del consumo de energía
- 86% de contaminantes del aire
- 40% del consumo del agua
- 76% de contaminantes de agua
- 97% de residuos mineros.

## Aluminio (no renovable)

1. Adquisición de las materias primas. El aluminio representa más de 8% en peso de la corteza terrestre. Generalmente se encuentra bajo la forma de silicatos o una mezcla de silicatos metálicos. Todo el aluminio producido comercialmente proviene de un mineral llamado bauxita. Para extraer la bauxita hay que hacer un uso intensivo de energía. El aluminio puede ser reciclado.
2. Procesamiento de las materias primas. Los procesos industriales para transformar la bauxita en aluminio son muy complejos; utilizan gran cantidad de energía eléctrica y son costosos. La primera etapa, conversión de bauxita en alúmina (proceso Bayer), es uno de los procesos que más contaminan el agua y el suelo, pues genera un residuo llamado “lodo rojo” que contiene óxidos y silicatos, así como hidróxido de sodio y todos los residuos alcalinos del proceso. La siguiente etapa—transformación de la alúmina—es un proceso que consume enormes cantidades energía eléctrica.
3. Producción o conversión de los envases. Los envases hechos de aluminio son muy ligeros. Permiten al producto tener una larga vida de anaquel y no afectan al sabor o la calidad del líquido que contienen. Las latas de aluminio son compactas y pueden manejarse con facilidad. Los recipientes de aluminio tienen la ventaja de ser impermeables a la humedad, a los gases, a luz y a los olores.
4. Proceso de envasado o llenado. Los envases de aluminio se llenan muy fácilmente, a velocidades que van desde 800 hasta 1 500 latas por minuto.
5. Distribución y venta Las latas de aluminio son ligeras, lo cual se traduce en bajos costos de distribución y de emisiones residuales de los combustibles usados en el transporte.
6. Manejo del residuo.
  - a) Reducción de origen. Al presente, es difícil reducir la cantidad de aluminio utilizada en las latas, habiéndose llegado a un límite técnico.
  - b) Reutilización. Las latas de aluminio normalmente se utilizan una sola vez, para ser después recicladas o eliminadas en los rellenos sanitarios.
  - c) Reciclaje. Las latas de aluminio son reciclables. Una vez usadas se recolectan y son enviadas a una fundición para ser convertidas en lingotes; éstos, a su vez, se transforman en lámina de aluminio. La gran mayoría del aluminio que se recicla se convierte en latas y se reusa como envases para bebidas. El reciclaje del aluminio proporciona grandes ahorros de energía y costos. Cuando se utiliza aluminio recuperado para fabricar las latas, en lugar de materias vírgenes, se logra un ahorro de 95% en la cantidad de energía requerida en el proceso. De una manera general, cuando se consideran los costos de recolección, transporte y transformación del desecho del aluminio por reciclar, el ahorro general total es de aproximadamente 40 por ciento.

## Aluminio

Para poder producir 1 Ton de ALUMINIO se requiere las siguientes cantidades de materia prima y energía:

- 4 385.63 kg bauxita (óxido de aluminio hidratado)
- 510.31 kg coque (carbón de piedra o bituminoso coquizados)
- 483.29 kg carbonato de sodio anhidro
- 163.60 kg. alquitrán
- 119.07 kg cal
- variable metales de aleación según se use como bote rígido o

como lámina o “papel de aluminio” (de 15 a 5% de manganeso, trazas de hierro, silicio, zinc, cromo, cobre y/o titanio.

- 217.11 millones de BUT de energía

Se requiere también dar tratamiento o eliminar lo siguiente:

- 1 646.00 kg lodos rojos
- 1 450.86 kg. dióxido de carbono.
- 40.52 kg. contaminantes del aire
- 394.74 kg desechos sólidos

Reciclar el aluminio conduce a los siguientes ahorros:

- 95% del consumo de agua
- 95 % del consumo de energía
- 95% de contaminantes atmosféricos

- d) Incineración con recuperación de energía. Actualmente, los sistemas de incineración utilizados en el mundo no destruyen el aluminio que llega a ellos pero es muy complicado recuperar el residuo producido por la incineración, puesto que se ubica en el fondo del horno, enterrado en la ceniza. Están llevándose a cabo investigaciones sobre este tema, con el propósito de recuperar el recurso.
- e) Disposición en relleno sanitario. El aluminio y sus óxidos permanecen inertes en los tiraderos y rellenos sanitarios; por tanto, no ofrecen peligro alguno para el medio ambiente.
- f) Degradabilidad. El aluminio no es biodegradable. Sin embargo, se degrada lentamente en presencia del agua y el oxígeno (reacción química en lugar de reacción biológica). El proceso es sumamente largo y si el aluminio ha sido recubierto, más largo aún. La razón de ello es que el óxido de aluminio tiende adherirse fuertemente a la superficie del metal, creando una barrera que protege la masa metálica contra mayor oxidación.

## Vidrio (no renovable).

1. Adquisición de las materias primas. Las materias primas requeridas en la manufactura del vidrio son arena sílica (bióxido de silicio), sosa calcinada (carbonato de sodio) y piedra caliza (carbonato de calcio). La arena, al igual que la piedra caliza, es poco costosa y se encuentra en abundancia en el mundo entero. Sin embargo, la sosa calcinada no abunda, lo que eleva su costo, aunque también puede ser producida a partir de la sal. De manera general puede afirmarse que el vidrio es una materia prima común y barata. La manufactura del vidrio puede también llevarse a cabo mediante vidrio de desecho (reciclado).
2. Procesamiento de las materias primas. La manufactura del vidrio consume grandes cantidades de energía. El vidrio es un material inerte que no afecta el sabor o la calidad de los productos que contiene. Generalmente se produce transparente, de color verde o ámbar (café) y puede presentarse decorado o liso. Ciertos tipos especiales de vidrio pueden usarse a altas temperaturas para cocinar o procesar alimentos. Es impermeable e inodoro.
3. Producción o conversión de los envases. El vidrio es un material pesado. El peso y muchas de las formas ineficientes de los envases de vidrio contribuyen a aumentar los costos de transportación y combustible. Además las botellas y frascos de vidrio son frágiles y se rompen con facilidad.
4. Proceso de envasado o llenado. En la limpieza y esterilización de las botellas rellenables es necesario utilizar detergente poderoso y grandes cantidades de agua potable. Este producto de limpieza contamina el agua y también usa cantidades importantes de energía. El llenado de envases pequeños de vidrio puede lograrse a velocidades de hasta 250 botellas por minuto.
5. Distribución y venta. Los costos de transporte son elevados debido al peso elevado del vidrio. El mayor uso de combustibles conduce también a mayor contaminación atmosférica debido a los gases emitidos.

6. Manejo de residuos

- a) Reducción de origen. Desde la década de los años 60, el peso de los envases de vidrio ha venido disminuyendo de manera considerable.
- b) Reutilización. A menos que las botellas de vidrio se reutilicen muchas veces, se convierten en una gran cantidad de desperdicio en los rellenos sanitarios. Actualmente, se estima que las botellas de refresco, de tamaño familiar (800 ml.) se rellenan entre 20 y 25 veces en promedio, antes de romperse o ser descartadas.
- c) Reciclaje. El vidrio es 100% reciclable. Las compañías que fabrican botellas y frascos adquieren cualquier cantidad de envases usados, así como de la pedacería preseleccionada (cullet) que se les ofrezca, con el propósito de reutilizarla en la producción de nuevos envases. La mezcla de la pedacería con materias primas vírgenes, en proporción de 30% a 70%, se funde en hornos a temperatura considerablemente inferiores a las requeridas para 100% de materia prima virgen. El vidrio fundido se transforma en nuevos envases. El uso de vidrio desechado conduce pues, a importantes ahorros de energía en la operación de los hornos. Las emisiones de gases contaminantes también se reducen y la vida de los rellenos sanitarios se incrementa significativamente cuando el vidrio se recicla en lugar de enterrarlo. El principal problema asociado con el reciclaje dl vidrio es la contaminación de la pedacería con materiales extraños, como tapones, excesiva cantidad de etiquetas, piedras, loza y materiales cerámicos, y vidrio de color diferente.
- d) Incineración con recuperación de energía. El vidrio no es combustible, por lo que la incineración no lo destruye. El vidrio que entra a estos sistemas se deposita con las cenizas en el fondo y es muy difícil de recuperar.
- e) Disposición en relleno sanitario. A pesar de que los contenedores de vidrio contribuyen a ocupar en volumen importante en los rellenos sanitarios, permanecen químicamente estables por larguísimos periodos de tiempo, por lo que no contribuyen a la formación de lixiviados tóxicos ni de gas metano
- f) Degradabilidad. Debido a que el vidrio es sumamente inerte, su velocidad de degradación es excesivamente lenta. Se considera que se trata de un material ni biodegradable, ni químicamente degradable. Los microorganismos, el oxígeno y los ácidos no reaccionan con el vidrio. Solamente el agua, después de periodos extremadamente largos, es capaz de degradar el vidrio.

<b>Vidrio</b>		
Para producir 1 Ton de VIDRIO, se requieren las siguientes cantidades de materias primas y energía.		
•	665.40kg.	arena sílica (óxido de silicio)
•	216.63 kg.	carbonato de sodio anhidro
•	216.63 kg	piedra caliza (carbonato de calcio)
•	75.75 kg	feldespato
•	16.75 kg.	millones de BUT de energía
se requiere dar tratamiento o eliminar lo siguiente:		
•	192.12 kg.	residuos de minería
•	4.01 kg.	contaminantes de aire.
Al utilizar una mezcla de 50% de vidrio reciclable y 50% de materias primas vírgenes, se consiguen los siguientes ahorros:		
•	50%	del consumo del agua
•	79 %	de los residuos mineros
•	14%	de los contaminantes del aire

**Plásticos (no renovables)**

- 1. Adquisición de las materias primas. Las resinas que dan origen a los plásticos provenientes de productos derivados del petróleo o del gas naturales, los cuales también son fuente de energía. En la manufactura de los plásticos se utilizan también estabilizadores pigmentos y otros aditivos. Algunos nuevos tipos de compuestos plásticos pueden también obtenerse a través del reciclaje de productos plásticos usados. Los reglamentos sanitarios prohíben el uso de plásticos usados. Los reglamentos sanitarios prohíben el uso de plásticos reciclados en contacto directo con alimentos y bebidas..

2. Procesamiento de materias primas. Los plásticos son fáciles de procesar y conducen a productos ligeros. Esas dos características resultan en ahorros tanto de manufacturas como de transporte los cuales generalmente se compensan con el contenido energético propio (petróleo y gas natural).
3. Producción o conversión de los envases. Los contenedores de plásticos, como por ejemplo las botellas y frascos de PET tienen la ventaja de ser duraderos, ligeros y fáciles de reciclar. Los envases de plástico protegen bien a los productos en contra de los efectos del medio ambiente sin alterar sus cualidades.
4. Proceso de envasado o llenado. La velocidad de llenado y el consumo de energía varían grandemente, dependiendo de la forma, tamaño y peso de los envases. Por ejemplo, las botellas de refresco de 375 ml pueden ser procesadas a velocidades de aproximadamente 1 000 por minuto.
5. Distribución y venta. La ligereza de las botellas de plástico reduce la cantidad de energía usada para transportación, así como la contaminación resultante del aire.
6. Manejo de residuos.
  - a) Reducción de origen . La energía requerida para producir envases de plásticos es menor que la mayoría de los otros tipos de envases. La cantidad de plástico usada en la manufactura de productos tales como bolsas, pueden reducirse usando otros tipos de plástico más resistentes. Los envase flexibles (bolsas esterilizadas)usan 70% menos plástico que los contenedores usuales de plástico rígido
  - b) Reutilización. En México, las grandes empresas refresqueras están experimentando actualmente con botellas retornables de PET con capacidad de 1.5 litros. Es la primera vez que reutilizan los envases de plásticos con este tipo de aplicación.
  - c) Reciclaje. Los plásticos son difíciles de reciclar, debido a los problemas que existen para separarlos por resinas, una vez separados, algunos tipos de plástico se adaptan mejor al reciclaje que otros. En EUA y Canadá, el reciclaje del PET y del polietileno de alta densidad alcanza cantidades significativas, superiores a 50 por ciento. Los plásticos reciclados no se utilizan en la producción de nuevos envases de alimentos, debido a los requisitos sanitarios de garantizar que ningún contaminante puede migrar del envase al producto. Así, los plásticos reciclados se utilizan en gran cantidad de aplicaciones no alimentarias.
  - d) Incineración con recuperación de energía. la energía contenida en los plásticos pueden ser recuperadas a través de la incineración. Los plásticos, siendo materiales basados en materias primas combustibles fósiles, tiene el más elevado contenido de energía por unidad de masa que cualquier otro material de envase. Cuando se queman, generan muy pocas cenizas. Para reducir la producción y emisión de dioxinas y furanos, los plásticos deben ser incinerados a altas temperaturas. El PET tiene un valor calorífico semejante al del carbón y el polietileno de alta densidad semejante al del aceite combustible. Cuando se incinera basura con alto contenido de humedad y residuos de jardinería, añadir botellas de PET reduce la necesidad de usar combustibles extras para operar el incinerador.
  - e) Disposición en relleno sanitario. Los plásticos son materiales inertes que no se descomponen ni producen gas metano en los tiraderos. Son ligeros y, si las botellas están prensadas, ocupan poco espacio en un relleno sanitario. Con el paso del tiempo, los aditivos y estabilizadores que contienen pueden pasar a formar parte de los lixiviados, creando un peligro potencial para los acuíferos subterráneos.
  - f) Degradabilidad. Normalmente, los plásticos son estables en el medio ambiente. Sin embargo, pueden volverse un poco más degradables si se incrementa su sensibilidad a diferentes elementos del medio, tales como la temperatura, tierra y oxígeno, agua, microorganismos y luz ultravioleta. Existen muchas dudas respecto de la conveniencia de estos procesos de degradación, que por otra parte puede conducir a elevar los costos del reciclaje. Actualmente se llevan a cabo una gran cantidad de investigaciones para precisar las ventajas y desventajas de volver degradables a los plásticos.

## Plásticos

1. Los plásticos son los materiales más recientes en el inventario de materias primas para fabricar envases y productos de consumo
2. Aunque mucha gente piensa que los plásticos no son reciclables, la mayoría de ellos sí lo son. Algunos tipos de plásticos (los termofijos) no son reciclables.
3. Puede reciclarse una mezcla de plásticos distintos para producir la llamada “madera plástica”, pero es preferible reciclar los plásticos separados en las resinas que los constituyen.
4. Diariamente aparecen nuevos métodos para reciclar los plásticos y también nuevos productos a partir de plásticos reciclados.

## Materiales Complejos (mezcla de renovables y no renovables)

1. Adquisición de materias primas. Los envases para leche pasteurizada se produce a partir de dos materiales: papel y polietileno. Se colocan como capas, de manera tal que el plástico queda tanto en la cara interior como en la exterior de la “lamina” producida.  
Los envases asépticos para jugos y leche UHT (procesada a temperatura muy elevada, por periodos muy cortos ) están hechos con 75 % de papel, 20 % de polietileno y 5 % de hoja de aluminio, en un arreglo de seis capas.  
En su origen, el papel proviene de árboles que han sido talados. Mediante una adecuada administración, los árboles son un recurso renovable y puede ser cosechados indefinidamente. El transporte de la madera a la planta productora de celulosa utiliza principalmente energía proveniente del petróleo. El polietileno se manufactura a partir del petróleo y del gas natural. El aluminio representa más de 8% en peso de la corteza terrestre, encontrándose bajo la forma de silicatos. Todo el aluminio producido comercialmente proviene de un mineral llamado bauxita.
2. procesamiento de las materias primas. La producción de papel se lleva a cabo mediante procesos mecánicos y químicos que convierten la madera de los árboles en pulpa celulósica y ésta en papel. Dicho proceso utiliza grandes cantidades de energía eléctrica, productos químicos y agua. La contaminación del agua es un serio problema al que se enfrenta la industria de la celulosa. Los desechos orgánicos pueden conducir a serias reducciones de oxígeno que necesita la vida acuática; el blanqueo con cloro puede producir compuestos organoclorados de alta toxicidad. Sin embargo, las empresas manufactureras de envases asépticos utilizan papel en el que no se ha usado cloro, o se ha usado muy poco, durante el blanqueo.  
Los plásticos son fáciles de procesar y son muy ligeros, lo cual favorece el ahorro de energía durante la manufactura y el transporte. Sin embargo, estos ahorros generalmente quedan compensados por el excesivamente elevado contenido energético de los plásticos mismos (dado que son producidos a partir del petróleo y del gas natural).  
La producción de aluminio en un proceso complejo, que utiliza grandes cantidades de energía eléctrica y es muy costoso. En la etapa de transformar la bauxita (mineral de aluminio) en alúmina (producto intermedio) se lleva a cabo una contaminación muy importante del suelo y el agua. Sin embargo, la cantidad de aluminio usada para producir un envase aséptico es menor que la utilizada para fabricar una tapa desechable del tipo de las usadas para cerrar una botella.
- 3 producción o conversión de los envases. El papel es un material ligero, pero suficientemente rígido como para conservar la forma que se le dé. Cualquier tipo de información escrita o gráfica puede imprimirse sobre el papel. Combinado con polietileno puro, el papel se vuelve impermeable al agua y la humedad.  
El polietileno puro produce un impacto ambiental mínimo cuando se desecha en un relleno sanitario o se incinera. Es un material estable, que protege los alimentos en contra de las bacterias a un costo relativamente bajo. El polietileno puro que recubre la superficie interior del envase evita la migración del aluminio hacia el producto envasado en los envases asépticos.  
El aluminio proporciona una barrera impermeable al aire, la luz, los olores y sabores extraños; y tiene una función preponderante en la preservación de los alimentos. La pequeña cantidad de hoja de aluminio presenta un envase aséptico ahorra más energía de la que se requiere para fabricarlo, puesto que elimina la necesidad de refrigerar y de utilizar preservadores en los alimentos.  
El material laminado con que se fabrican los envases asépticos consta de las siguientes seis capas (interior al exterior): polietileno, papel, aluminio, polietileno, aluminio, polietileno.

4. proceso de envasado o llenado. El proceso de colocar un alimento esterilizado en el interior de un envase previamente esterilizado y cerrar herméticamente dicho contenedor se conoce con el nombre de envasado aséptico. La temperatura de esterilización puede llegar hasta 150° C durante un lapso de algunos segundos. Este corto periodo de calentamiento consume menos energía que una operación normal de enlatado. En peso el 97% de un envase aséptico lleno corresponde al producto y solamente 3 % es material de envase. Las velocidades de llenado de los envases asépticos pueden ser de hasta 100 por ciento.

5. Distribución y venta. Los envases asépticos son ligeros y compactos; aprovechan al máximo el espacio disponible en los embalajes, así como en los anaqueles de exhibición. La ligereza de estos envases reduce considerablemente el uso del combustible y de emisiones resultantes durante el transporte.

6 manejo del residuo

- a) Reducción de origen. La producción de envases asépticos consume menos materiales y energía que la mayoría de los otros materiales de envase. Un envase con capacidad de 1 l pesa solamente 31.4 g, por lo que se ha llegado ya a un límite técnico en cuanto a poder reducir aún más la cantidad de materiales que intervienen en su producción.
- b) Reutilización. Los envases asépticos, por tener plásticos y tener baja resistencia a manejos rudos, no son reutilizables.
- c) Reciclaje. El hecho de estar constituidos por seis capas de materiales diferentes, hace que los envases asépticos sean casi imposibles de reciclar. Aún cuando la fuerza ambiental de los envases asépticos se centra en la reducción de origen de residuos, están desarrollándose programas pilotos de reciclaje de estos materiales en diversas partes del mundo. Actualmente estos envases junto con otros residuos de plásticos mezclados, están siendo transformados en tableros compactos o en tablas de “madera plástica”, por extrusión e inyección en moldes. Estas tablas están usándose exitosamente para mesas y bancas al aire libre, bardas, caballerizas, mulles, postes y señales.
- d) Incineración con recuperación de energía. Un método muy utilizado mundialmente para la disposición de los envases asépticos es la incineración. Dos ton de estos contenedores liberan aproximadamente la misma cantidad de energía calorífica que una tonelada de petróleo o de carbón. Más aún, la incineración de estos envases en las plantas modernas es sumamente limpia.
- e) Disposición en relleno sanitario. Proporcionalmente los envases asépticos generan menos basura que otras alternativas de envasado. Los envases de un litro pesan solamente 31.4 g y su volumen se reduce significativamente al colapsarlos.
- f) Degradabilidad. Los envases asépticos son estables y por lo tanto no tóxicos dentro de un relleno sanitario. Se requiere de un larguísimo periodo para su degradación.

#### Ventajas de los estudios de análisis de ciclo de vida

Evaluar el desempeño ambiental de los actuales sistemas de envasado  
Seleccionar materiales que cumplan con criterios específicos de impacto ambiental.  
Mejorar el diseño de productos y envases.  
Mejorar el diseño de productos y envases.  
Mejorar las tecnologías y condiciones de proceso  
Diseñar sistemas más benignos para el medio ambiente.

# GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE ENVASES Y EMBALAJE

## Problemática, responsabilidad y Concientización

La causa principal de la problemática de la disposición de los desechos sólidos se encuentran en el hecho de que todos los niveles de la sociedad han subestimado la trascendencia de una adecuada administración de los residuos sólidos municipales (RSM). Todos somos responsables de este problema:

- Los gobiernos nacionales, estatales y municipales han subestimado la importancia de contar con sistemas de gestión seguros y efectivos para el manejo y disposición de la basura.
- La industria la diseñado, manufacturado y empackado productos con muy poca o ninguna consideración sobre como serán eventualmente eliminados.
- Los individuos consumen productos y generan basura (1Kg/habit/día en la Ciudad de México y 2 Kg/habit/día en EUA, aproximadamente) sin tener preocupación alguna por cómo será dispuesta.
- Los administradores y operadores de las instalaciones de disposición han considerado los impactos ambientales como una cuestión secundaria.

Si todos somos responsables del problema que representa la disposición de los desechos sólidos, todos debemos ser también parte de la solución.

El fracaso generalizado de aceptar responsabilidad dentro de la gestión adecuada de los desechos municipales se ha traducido en impacto ambiental negativo, que ahora se asocian con prácticas operativas del pasado. El incorrecto diseño, la construcción la operación de los rellenos sanitarios se liga a la contaminación del suelo y del agua subterránea. El insuficiente control de la contaminación en plantas incineradoras ha conducido a problemas en la calidad del aire.

En la medida en que las comunidades cobran conciencia de estos problemas, se ven obligadas a autorizar grandes incrementos a los presupuestos de administración de la basura, así como a los de limpia y disminución de los efectos de las antiguas formas de operación.

Actualmente, los responsables de tomar decisiones deben de actuar dentro de una atmósfera de mayor concientización ambiental entre ciudadanos, el gobierno y la industria. Por esta razón, cada día se vuelve más difícil aprobar el lugar donde se ubicarán los RSM y la inversión requerida para crear nuevas instalaciones de procesamiento y disposición de los residuos sólidos. Adicionalmente, las reglamentaciones más estrictas se están traduciendo en el cierre de muchas instalaciones actuales y en la necesidad de implantar sistemas de prevención y control de contaminación más eficientes, por lo que cada día es más caro construir y operar los sistemas requeridos.

A pesar de las dificultades asociadas con los rellenos sanitarios, estos elementos forzosamente seguirán siendo parte de cualquier sistema municipal de gestión de los desechos sólidos, puesto que, a pesar de lo que se haga con los residuos, siempre queda alguna porción del flujo de basura que no puede ser manejado de ninguna otra manera.

No debe considerarse a los rellenos sanitarios como un “mal necesarias”. Gracias a los desarrollos tecnológicos recientes y a la nueva normatividad, pueden ser más seguros que nunca y cualquier impacto ambiental adverso que surja de ellos puede ser detectado y resuelto rápidamente.

Debido a lo anterior, los responsables de los servicios de limpia y sanidad del mundo entero han empezado a buscar opciones administrativas ambientalmente aceptables, económicamente viables y que preserven al máximo el costoso espacio restante necesario para rellenos sanitarios.

## Gestión integral de los residuos sólidos municipales.

Tal como su nombre lo indica, la gestión integral de los RSM hace preciso usar una combinación de técnicas y programas para administrar el flujo de los desechos municipales. El sistema se basa en el hecho de que el flujo de desechos está compuesto por distintos componentes que pueden ser manejados y dispuesto de manera separada. El sistema integral se diseña para enfrentar un conjunto específico de problemas locales de gestión de los residuos sólidos y su operación se apo6ya en recursos, consideraciones económicas e impactos ambientales de tipo local.

El concepto rector de un sistema de gestión integral de los desechos sólidos se basa en la utilización de una combinación de enfoque para manejar proporciones

Gestión integral de los residuos sólidos municipales.

Consideraciones generales:

- Combinación de técnicas y programas de administración del flujo de desechos.
- Cada componente del flujo de residuos tiene una vocación diferente.
- Se establece una jerarquía de los elementos de sistema de gestión.
- El objetivo principal del sistema de gestión es de reducir la cantidad de desechos que requieren disposición final.

definidas del flujo de basura. En lugar de empezar de inmediato con el desarrollo de grandes programas basados en alta tecnología o de fijar expectativas irreales respecto de que porción del flujo puede ser reciclado, los responsables de la toma de decisiones implantan una serie de programas, cada uno de los cuales está diseñado para complementar a los otros.

Ejemplos de estos programas son la reducción en la fuente, el reciclaje, la incineración con recuperación de la energía y la disposición de RSM en relleno sanitario, ya que todos ellos pueden tener un efecto positivo sobre el problema local de gestión de los desechos municipales.

Un plan diseñado puede reducir los costos de operación del sistema, al igual que los impactos ambientales; al mismo tiempo que se obtiene el apoyo del público y se logra que éste se involucre en alguno de los aspectos de la gestión de los desechos sólidos.

No existe método universal que indique paso a paso el proceso de selección y desarrollo de los sistemas y componentes de gestión integral de los residuos. El éxito de un determinado sistema depende en gran medida de la experiencia, los conocimientos y la dedicación al proyecto que tenga las autoridades locales y su equipo de colaboradores.

### **Jerarquía de los elementos del sistema de gestión integral de los RSM**

Si se considera que el objetivo principal de la gestión de los desechos sólidos es reducir los volúmenes de los residuos que hay que disponer, los sistemas de gestión integral establecen diversos órdenes prioritarios de los elementos componentes, en función de los objetivos secundarios y de las condiciones locales de la municipalidad en cuestión. A pesar de que cada comunidad deberá escoger entre una serie de alternativas que le permitan lograr eficazmente sus objetivos, la jerarquía que se presenta a continuación es una herramienta conceptual muy útil para planificar y establecer las metas

Jerarquía de los elementos del sistema de gestión integral.

- Reducción de origen (reducción de la fuente)
- Reutilización (retornabilidad/rellenabilidad)
- Reciclaje y compostaje
- Incineración con recuperación de energía
- Relleno sanitario.

Los elementos de la jerarquía están todos interrelacionados y pueden adaptados para que se complementen unos con otros. Por ejemplo, un programa de reciclaje de materiales de envase y embalaje puede tener un impacto positivo en la operación d una planta de conversión de basura en energía. Un aspecto importante que no debe perder de vista los planificadores municipales, es tratar de lograr que las diversas alternativas y elementos de la gestión de los desechos municipales pueden reforzarse e influirse mutuamente de manera positiva.

### **Reducción de origen.**

Esta componente, también llamada “reducción en la fuente”, tiene la más alta prioridad en la jerarquía de los elementos del sistema de gestión integral. Los programas de reducción de origen están diseñados para disminuir tanto los constituyentes tóxicos de un producto como las cantidades de residuos que se generan.

Se trata de un enfoque frontal a la gestión de los desechos, que pueden darse a través del diseño y manufactura de productos y envases, con un volumen mínimo de materiales y de contenido tóxico, así como una vida útil más larga. La reducción en la fuente debe llevarse a cabo tanto en el nivel industrial e institucional como domiciliario, mejorando los hábitos de compra y reutilizando los productos y los materiales adquiridos.

Aproximadamente una tercera parte (en peso) de los flujos actuales de los desechos sólidos está formada por materiales de envase, por lo que éstos ofrecen una buena oportunidad para contribuir a reducir el volumen de los RSM que requieren disposición final. Los fabricantes pueden promover la reducción de origen en la generación de desechos, al cambiar la forma en que se empaquetan muchos productos. Por otra parte, los consumidores pueden rehusar adquirir excesivamente empaquetados. También pueden ayudar que los consumidores y los organismos no gubernamentales hagan llegar sus preocupaciones a los comerciantes y fabricantes de envases.

### **Reutilización**

En contar maneras de reutilizar artículos—que en caso contrario serían descartados— contribuyen sustancialmente a disminuir la cantidad de residuos que requiere la disposición final. Por ejemplo además del uso cada día mayor de las botellas rellenas para bebidas carbonatadas y cerveza, es conveniente promover la reparación o el donativo – a quién pueda utilizarlos – de bienes duraderos que se van a desechar, como muebles, electrodomésticos o ropa. En lugar de tirar a la basura muchos artículos, pueden promoverse su reutilización mediante venta de garaje.

### **Reciclaje y compostaje.**

Este elemento es el tercer paso en la jerarquía de elementos de gestión. Reciclaje y compostaje son opciones que permiten extender de manera importante el espacio y la vida útil de los rellenos sanitarios; ahorrar energía y recursos naturales; aportar nuevamente productos útiles para el consumidor y generar otros beneficios económicos.

Reciclar significa separar o extraer materiales del flujo de desechos; acondicionarlos para su comercialización; usarlos como materia prima en sustitución de materiales vírgenes para manufacturar nuevos productos y utilizar dichos productos hasta que se vuelvan al flujo de los desechos y puedan nuevamente ser reciclados. El reciclaje contribuye también a reducir al mínimo el impacto ambiental de la disposición de los desechos sólidos mixtos (olores, emisiones a la atmósfera y producción de lixiviados); a preservar recursos minerales, petroleros y forestales y a conservar agua y energía.

Casi todos los materiales usados para fabricar envases pueden ser reusados o reciclados. En muchos casos el material puede utilizarse para producir el mismo tipo de envases (como en caso del vidrio y del aluminio, principalmente); en otros el material se “degrada” al sólo poder ser usado para alguna aplicación de menor valor que el uso original (como en la mayoría de los plásticos, el papel y cartón con mezcla de calidades)

A continuación se presentan ejemplos de las principales aplicaciones de reciclaje de los materiales de envases.

- Aluminio. Material 100% reciclable (con él se pueden producir envases iguales a los originales, tales como botes de refresco y/o cerveza).  
El papel aluminio, los moldes para los pasteles y pies, así como las charolas para alimentos procesados y congelados son ejemplos de otros envases de aluminio reciclables en 100 por ciento.
- Acero. Los botes de hojalata (conservas) y de cualquier otro tipo de acero usados para envasar alimentos y otros productos son 100% reciclables, aunque es necesario separar previamente la capa de estaño del acero para poder reusar ambos metales. Los botes desechados pueden utilizarse para fabricar juguetes artesanales y hacer obras de arte.
- Vidrio. Material reciclable en 100 por ciento. Es necesario que éste separado en los colores de producción: transparente, ámbar y verde. La mayoría de las botellas y frascos que se encuentran en el mercado contienen ya entre 25% y 30% de material reciclado. Para el reciclaje deben seleccionarse las botellas y frascos, pero no deben nunca incluir vasos, jarras, vidrios planos, espejos moldes para hornear, cristal cortado, ni loza o cerámica.
- Papel y Cartón. De acuerdo con la longitud de fibra, el papel y el cartón pueden ser reciclados hasta siete u ocho veces; en función de la calidad del material residual, estos materiales pueden ser reconvertidos en productos semejantes a los originales o a productos “degradados” o de menor valor.

Tal es el caso del papel periódico, los directorios telefónicos, las cajas de cereal o de zapatos, los cartones para huevo, etcétera.

- Plásticos. Estos son materiales más difíciles de reciclar, pues cada resina tiene una temperatura diferente de plastificación, por lo que es indispensable que estén perfectamente separados. Además cada vez que se procesan, las propiedades físico-químicas de las resinas sufren una degradación importante. Los plásticos mezclados pueden ser reconvertidos en “madera plástica”, la cual se usa cada día más para la manufactura de mesas y bancas en parques, postes de señalización, muelles marinos, caballerizas etcétera.
- Laminados y Complejos. Los envases de papel/polietileno (por ejemplo, para leche pasteurizada) y los de papel/aluminio/polietileno de tipo aséptico (para leche esterilizada o ultrapasteurizada, vinos y jugos), están siendo reprocesados para recuperar sus materiales constituyentes; están siendo incinerados para producir energía, o están siendo molidos y prensados para fabricar paneles para la industria de la construcción.  
Estos materiales, así como laminaciones y/o coextrusiones más complejas, también están a “madera plástica” que aunque es un producto de menor valor, permite lograr la reducción de los residuos que terminan su vida útil en un tiradero o un relleno sanitario.

### **Incineración con recuperación de energía.**

Este proceso permite reducir el grueso de los desechos municipales de modo que los residuos sea de aproximadamente 10% del volumen de basura que ingresa a la planta. Puede también proveer el beneficio adicional de generar energías, si las características de los residuos son tales que tengan un alto poder calorífico. Las tecnologías desarrolladas en años recientes han reducido mucho los impactos ambientales negativos que la incineración tenía en el pasado y, a pesar de que aún conserva ciertos riesgos, muchas comunidades en el mundo entero están dependiendo de esta importante alternativa en la gestión integral de los desechos municipales.

### **Relleno sanitario**

A pesar de la eficiencia que puedan presentar las alternativas anteriores, siempre habrá necesidad de confinar residuos finales no combustibles o no reciclables, por lo que se requerirá contar con espacios apropiados para que operen como rellenos modernos son muy seguros, tienen complejos sistemas de control de emisiones líquidas y gaseosas y dispositivos de monitoreo continuo. En un relleno sanitario bien administrado no deben preocupar los impactos ambientales que pudiera haber. Adicionalmente, muchos de los rellenos sanitarios modernos están utilizando técnicas de recuperación del metano que se genera por la descomposición de la basura orgánica y están convirtiendo este producto en un recurso comercial.

### **Materiales reciclables en los RSM**

En la práctica, lo primero que se recupera son los materiales de alta calidad (y valor) que se generan en cantidades apreciables como residuos, puesto que requieren un mínimo de procesamiento, o cumplen adecuadamente con las especificaciones del comprador, o son las que generan los precios más altos del mercado de los materiales secundarios.

Por esta razón, los residuos industriales y de la conversión de envases son los que tienen mayor tasa de recuperación y reciclaje.

Cuando se incrementa la demanda de materiales reciclables, los desechos posconsumidor se recupera en mayor proporción. La fuente de estos residuos son tiendas detallistas, bodegas, plantas de ensamblado, edificios de oficinas y hogares. En un tercer tiempo, cuando se inician programas formales de reciclaje, las actividades de recuperación “llegan” hasta los RSM.

En países en vías de desarrollo, la recuperación de materiales provenientes de la basura urbana ha sido una práctica histórica, de la cual obtienen un modo de vida miles de personas, por lo que la recuperación (o “pepena”) de la basura municipal en estos países se da de manera independiente a la existencia de programas formales de aprovechamiento y reducción de residuos.

En los Estados Unidos de América, la demanda de materiales reciclables ha crecido explosivamente en los últimos cuatro años debido a tanto programas comunitarios de reciclaje como a estímulos inversos provenientes del extremo de la disposición final, en la medida que disminuye la cantidad de espacio para los rellenos sanitarios y que se incrementen los costos de disposición de los RSM.

Asimismo, en la medida en que más municipalidades y estados establecen planes e implementan sistemas de recolección de materiales, así como programas de separación y procesamiento de residuos reciclables, empiezan a aparecer una serie de asuntos que deben ser resueltos para garantizar el éxito de estas actividades, en el contexto del reciclaje como una opción de la gestión integral de los residuos sólidos municipales.

### **Problemática de la industrialización de los subproductos**

En seguida se discute la problemática del reaprovechamiento de los subproductos de los RSM, ejemplificándola con situaciones de Estados Unidos, aunque el fondo de estos asuntos es equivalente en otras partes del mundo.

- A. Ciclos del mercado: los mercados de todos los materiales secundarios son cíclicos, aunque para algunos en mayor grado que para otros. Por lo tanto, los precios también son cíclicos, encontrándose que los cambios de precio en el nivel básico tienden a ser más dramáticos (tanto alza como a la baja) que en el nivel de compra por el usuario final del subproducto.

Problemas de la industrialización de los subproductos de los RSM	
A	Ciclos de los mercados
B	La demanda es la que rige (generalmente)
C	Economía industrial.
D	Imposibilidad de reciclar algunos desechos

- B. La demanda: La economía del mercado de los materiales secundarios dependen directamente de los montos totales recuperados, de las tasas de recuperación de cada tipo de material y del abastecimiento potencial de materiales reciclables, provenientes de las actividades industriales y de los RSM.

Actualmente, tanto la recuperación total de materiales como las tasas de recuperación se está incrementando más lentamente que el abastecimiento potencial de materiales reciclables provenientes de los RSM y de las actividades industriales. Por tanto aún existen grandes cantidades de materiales sin recuperar que se queden en el flujo diario de la basura.

El mercado de muchos de estos materiales está regido por la demanda, por lo que mayores tasa de recuperación no se traducirán en una mayor absorción de los mismos por parte del sector manufacturero o del mercado de exportación, sino en un desplome de los precios. Los principales materiales que se encuentran en esta situación son los periódicos, las cajas de cartón corrugado, los papeles mezclados, los metales ferrosos, la mayoría de los plásticos y las llantas usadas.

- C. Economía industrial: Los aspectos económicos de la industria de los materiales secundarios son los mismos que para cualquier otra actividad industrial privada. Por ende, los materiales de desecho no utilizables como subproducto se quedan sin recuperar o acaban en los sitios de disposición final de los residuos sólidos.

Las fuerzas de la economía no penalizan a las industrias de los materiales secundarios cuando éstas no recuperan materiales reciclables: de echo, la situación es justo la opuesta. Los materiales recuperados que no se venden representan una carga financiera, por lo que generalmente vuelven al flujo de los desechos sólidos o se inventarían en espera de “tiempos mejores”

El sistema de disposición de los RSM es la salida natural para los materiales que no se usan, ya sea por que no cumplen con las especificaciones y entonces no son reciclables, o por presentan un exceso de abastecimiento.

- D. Imposibilidad de reciclar algunos desechos: Algunos factores involucrados en la manufactura y el consumo de productos y envases, en ocasiones trabajan en sentidos opuestos respecto de los requerimientos de incrementar el reciclaje. Por ejemplo determinados productos y envases se están volviendo cada día más eficientes, aunque para ello a menudo utilizan materiales compuestos que los vuelven prácticamente imposibles de reciclar.

Un ejemplo de lo anterior son los envases asépticos para leche y jugos, hechos con una material complejo formado por un laminado de seis capas que usan como base de papel, aluminio y polietileno. Estos “cartones”

Han sido diseñados para reducir al mínimo la generación de residuos la generación de residuos, al aplicar consideraciones de reducción en la fuente.

Un envase de 1 litro de capacidad pesa sólo 31 g y permite conservar leche ultrapasteurizada por más de 6 meses sin necesidad de refrigeración. Sin embargo, el reciclaje primario de este material es problemático y actualmente, las principales salidas que se han encontrado son la incineración con recuperación de energía y la fabricación de tableros aglomerados para la industria de la construcción. Así, al incrementarse la eficiencia de los envases en sus funciones básicas de protección, contención y transporte, empiezan a disminuir las componentes reciclables de los RSM. Adicionalmente, en algunas instancias, los productos con materiales reciclados aún presentan una imagen negativa ante los consumidores. Esto sólo podrá ser eliminado con el tiempo y mediante programas de educación y motivación.

### **Esfuerzos comunitarios**

Se han demostrado claramente que el apoyo de la comunidad juega un papel importante para la realización de los programas de reciclaje. Los principales aspectos que deben considerarse en este tipo de programa son los siguientes:

- A. Costos de la disposición final: El costo de la disposición convencional de los RSM en un relleno sanitario puede aún ser lo suficientemente bajo como para resultar desmotivante para las actividades de separación y recolección de los materiales. En muchas localidades de los EUA, el costo de la disposición por tonelada está entre \$8 y \$15

#### Aspectos que deben considerarse en programas de reciclaje comunitarios

- Costos de la disposición final
- Infraestructura para el acopio y procesamiento de los subproductos
- Tamaño de la comunidad vs. Tamaño de los mercados
- Desarrollo de mercados permanentes
- Políticas para promover el reciclaje.

USD. No se espere que se saturen los rellenos sanitarios de estas comunidades en el corto plazo. Así, el incentivo para iniciar un sistema de gestión integral de los residuos sólidos es mínimo. Esto se dará cuando los costos de disposición se vuelvan superiores a los \$ 40 USD/ton, aunado a que la capacidad sobrante del relleno sanitario se torne difícil de reemplazar.

- B. Infraestructura para acopio y procesamiento de materiales reciclables: Muchas comunidades no cuentan todavía con sistemas apropiados, a pesar de haber iniciado ya programas ambiciosos de reciclaje. Involucrar a miles (o millones) de ciudadanos de la comunidad y reestructurar las prácticas administrativas convencionales de manejo y disposición de los residuos sólidos es un proceso que toma varios años y que requiere inversiones sustanciales. Los residuos sólidos comerciales, institucionales y de la industria ligera deben ser incorporadas a los programas de reciclaje comunitarios por mecanismos privados distintos de los usados para dar servicio a los hogares (como programas de recolección domiciliar, entrega en centros de acopio poblacionales y recepción en centros de acopio y procesamiento regional)
- C. Tamaño de la comunidad vs. tamaño del mercado. A menudo sucede que las comunidades que mayor urgencia muestran para implantar un programa de reciclaje no generan los volúmenes de RSM requeridos por los mercados locales de los subproductos. Puede suceder que los montos generados no resulten económicamente interesantes para las empresas recicladoras, o que existan dificultades para encontrar mercados apropiados debido a la distribución geográfica de las industrias usuarias, a requisitos del transporte o a la necesidad de cumplir competitivamente con las especificaciones requeridas.
- D. Desarrollo de mercados permanentes: Para que un programa comunitario de reciclaje de subproductos de los RSM funcione adecuadamente es necesario promover el desarrollo acelerado de mercados permanentes de los subproductos. Para ello deben establecerse sociedades cuyos principales integrantes incluyan a las industrias de manufactura y de materiales secundarios, a las empresas privadas de recolección de desechos y a los organismos públicos involucrados en el manejo y disposición de los RSM.

- E. Políticas para promover el reciclaje: Es conveniente que las autoridades nacionales y locales a cuyo cargo esté la protección del medio ambiente, emitan políticas y normas técnicas que conduzcan al establecimiento de ordenanzas y programas municipales sobre el reciclaje de los RSM, incluyendo la promoción y el fomento de mercados para los subproductos. Los planteamientos anteriores permiten definir factores que deben ser resueltos, si se desea que los programas comunitarios de reciclaje alcancen una importancia significativa dentro de la jerarquía de actividades que conforman la gestión integral de los desechos sólidos municipales. Estos asuntos no presentan obstáculos insalvables; al contrario, una vez identificados, se vuelven áreas de oportunidad que pueden ser aprovechadas muy eficientemente.

### **Mercados de subproductos de los RSM**

Los mercados de los materiales secundarios recuperados de los RSM (también conocidos como subproductos) varían según el tipo de material y la ubicación geográfica. Los mercados se sitúan fundamentalmente en las instalaciones industriales en las que dichos materiales recuperados se vuelven insumos para la manufactura de productos nuevos. En ocasiones, las empresas que manejan materiales secundarios operan como intermediaria o le

Mercado de subproductos de los RSM	
•	Centro de acopio
•	Intermediarios
•	Centro de valor agregado
•	Empresas usuarias finales

Dan un ligero valor agregado al material y se encargan del trasbordo de los subproductos. Muchas procesan y acondicionan los materiales para ser embarcados hacia las industrias manufactureras que los utilizarán o hacia un exportador que los enviará a los mercados extranjeros.

Algunos de los principales procesadores de materiales secundarios son las empresas que manufacturan productos a base de chatarra metálica y papel usado, principalmente periódico. Otros programas de recuperación de materiales secundarios que están teniendo éxito en los EUA son los siguientes:

- BIRP (Beverage Industry Recycling Program): los envasadores de bebidas están comprando botellas y latas desechadas para acondicionarlas y revenderlas a empresas manufactureras de este tipo de envase.
- Wellman, Inc de South Carolina es el principal comprador de botellas de PET de toda la Unión Americana.
- Las empresas privadas recolectoras de basura, como Waste Management Inc. Browning-Ferris Industries y otras más, operan programas de recolección selectiva y procesamiento de materiales secundarios para ser reciclados.

Los mercados de los principales materiales secundarios reciclables son muy diferentes. En seguida se presenta un breve análisis cada uno de los mercados americanos de los de los principales subproductos reciclados.

Mercado de subproductos de los RSM	
•	Papel desecho
•	Metales ferrosos
•	Residuos de aluminio
•	Envases de vidrio desechados
•	Plásticos de desecho.

## **Mercado del papel de desecho**

Anualmente se producen más de 1.3 millones de toneladas de celulosa provenientes de papel periódico destinado. La empresa Garden State Paper inició este proceso en 1961 y hoy existen, al menos ocho plantas procesadoras propiedad de cinco diferentes corporaciones.

Cada año se utilizan más de 2 millones de toneladas de cajas de cartón corrugado desechadas para la producción de papeles y liners kraft, así como de medium para corrugado.

Los papeles de alta calidad destinados (como los papeles de impresora de cómputo, de oficina y de fotocopiado) se están usando cada día más para producir papel higiénico y facial, así como servilletas.

Históricamente se ha observado que los mercados de papel de desecho fluctúan grandemente; los precios varían con la situación económica general, no sólo nacional sino internacional, la cual es la que impulsa la demanda para fibra secundaria de papel de desecho.

El papel de desecho se comercializa principalmente a través de corredores y embaladores (flejadores de pacas de papel). El ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries) ha identificado hasta 50 calidades diferentes de papel de desecho.

En general, el papel residual se usa fundamentalmente en plantas que fueron construidas específicamente para este propósito. No es fácil adaptar plantas que fueron diseñadas para operar con pasta mecánica de madera, para que ahora utilicen el papel de desecho. Sin embargo, este proyecto es viable para plantas de cartón a base de fibra virgen, las que ya están usando papel recuperado hasta en un rango de 5% a 35% de sus requerimientos de fibra.

El papel de desecho es actualmente una de las principales mercancías americanas de exportación. En 1987 se exportaron 4.3 millones de ton de un total de 23.9 millones de ton que fueron recuperadas. De la misma forma que sucede en EUA los mercados extranjeros están sujetos a cambios en la demanda y a fluctuaciones debido tanto a efectos de su economía nacionales, como de la economía mundial.

La industria de la construcción de casas--- extremadamente sensible a las tendencias de la economía --- utiliza una parte significativa de los diversos grados de papel de desecho postconsumidor.

El tipo de papel recuperado es un factor importante para el precio de venta y el uso que se le dará. El papel de desperdicio de alto grado (recortes de imprenta y ciertos papeles de oficina, por ejemplo), generalmente produce el precio más alto y es el que presenta la demanda más constante.

En términos generales, el centro de acopio o reciclaje, el grupo cívico o el negocio que recolectó el papel, recibirá un pago conforme al precio del mercado de ese día, con un descuento que representa el diferencial que gana el corredor y/o el acondicionador por el procesamiento que debe darle al material. Por ejemplo, el precio del mercado para el papel periódico viejo No. 1, en junio de 1988, era de \$ 45 USD /ton en el mercado de Chicago. Este es el precio que paga, en su planta, la empresa industrializadora del papel de periódico viejo.

Si el intermediario que embala el papel en pacas de 1 500 lb provee un contenedor deslizante al centro de acopio y ahí recolecta el papel, el precio que le pagará a dicho centro será de aproximadamente \$ 12 USD/ton.

El precio del papel periódico entregado directamente en la planta del intermediario, ya sea suelto o en bolsa de supermercado, probablemente sea de \$20 USD/ton dado que el costo del acondicionador para recibir, procesar, embalar, y embarcar hasta el usuario, será de aproximadamente 4 “5 USD/ton.

Si el centro de acopio o reciclaje tiene capacidad para embalar el papel, entonces el pago que recibirá del corredor será de aproximadamente \$ 42 USD/ton. En un mercado más fuerte (mayor precio), el intermediario recibiría un mayor diferencial entre el precio de compra y el de venta (por ejemplo \$ 30 USD/ton).

En un mercado al alza, el precio pagado al generador subirá rápidamente al principio para estimular una mayor recolección; después probablemente se quedará atrás, en la medida que el precio del mercado se eleve. Si el precio del mercado baja, el precio de compra del material recuperado también bajará, hasta llegar a un nivel de “piso”.

La misma situación prevalece en los mercados de exportación activos aunque los precios de piso locales pueden ser un poco más elevados.

Mientras mayor sea la cantidad de acondicionamiento que deba realizar el intermediario del papel de desecho, menor será el precio de compra que pagará a los centros de acopio. La situación inversa también es cierta, aunque la mayoría de los centros de recolección y reciclaje

no están capacitados para proveer los servicios y el acondicionamiento que un intermediario en papel residual puede ofrecer.

El análisis anterior tuvo como objeto ilustrar lo que un programa de reciclaje puede esperar, sin pretender ser una descripción de las complejidades propias del negocio del papel residual.

En los EUA existe una demanda de tipo regional para el papel de desecho. Los puertos de exportación más importantes están en Nueva York, Texas, California y Washington. El uso principal de los diversos grados de papel de desechos potsconsumidor se tiene en el Noreste, alguna parte del Medio-Oeste, el Sureste y la Costa del Pacífico. Puesto que el papel se vende en el punto de embarque y es el usuario el responsable de cubrir los fletes, los papeles potsconsumidor generalmente sólo se envían a distancias inferiores a los 150 Km, aunque la línea de abastecimiento de papel periódico que será destinado y de cajas de cartón viejas llegan a ser más larga.

En general, los tres principales grados de papel potsconsumidor, es decir, papel de periódico viejo, cajas de cartón corrugada viejas y papel mezclados, se venden a precios bajos y se embarcan a distancias cortas.

### **Mercados de los metales ferrosos**

En EUA existen sólo seis grandes plantas para el desastañado de botes de hojalata; para hay una gran cantidad de instalaciones para triturar y compactar restos de automóviles y aparatos electrodomésticos y convertirlos en chatarra, misma que se usará como materia prima en altos hornos de producción de acero.

Los metales ferrosos, al igual que el papel y el cartón, también están en un mercado fluctuante. La recuperación de metales ferrosos a partir de los RSM es mínima, y consiste principalmente de latas y de bienes de línea blanca.

Las principales fuentes de estos metales son las plantas industriales que comercializan sus residuos (chatarra) a través de los intermediarios y los procesadores tradicionales de este residuo. Por ejemplo, los fabricantes venden sus recortes y residuos a empresas desastañadoras las cuales, a su vez, venden el acero y el estaño a las grandes industrias de estos metales. El valor de la chatarra ferrosa, en especial la de calidades que aceptan metal proveniente de los RSM, fluctúa enormemente.

Los productos de acero primario generalmente no compran chatarra ferrosa directamente de las fuentes de desechos municipales. Puesto que la chatarra metálica debe ser acondicionada, las empresas intermediarias en el campo de los materiales secundarios, proveen esta función de añadirle valor a los residuos.

El atado No. 2, típico para la chatarra ferrosa que puede provenir de los RSM tiene un costo estimado entre \$ 10 y \$ 20 USD/ton para el intermediario, mientras que el precio al que lo entrega en la planta el usuario es de \$ 75 a \$ 80 USD/ton; un diferencial de aproximadamente \$ 65 USD/ton.

El precio en planta industrializadora del atado No. 1, en enero de 1988, llegó a ser de \$ 150 USD/ton y es típico para chatarra de automóvil y equipos electrodomésticos triturados. Al igual que en el caso del atado No.2, el precio de compra por el intermediario es mucho menor, especialmente para los productos de línea blanca.

La existencia de cantidades importantes de metales ferrosos sin recuperar, los pequeños volúmenes y la baja especificación de los metales recuperados de los RSM, así como la concentración regional de la industria del acero y las fundidoras, representan obstáculos al desarrollo más rápido de la recuperación de metales ferrosos a partir de los RSM.

### **Mercado del aluminio de desecho**

Empresas como Reynolds Metals, Alcoa, Kaiser y Alcan han establecido procesos para utilizar las latas de aluminio y han reciclado ya más de la mitad de todas las latas para bebidas que se consumen actualmente en los EUA.

La chatarra del aluminio (en particular las latas para bebidas) tiene el más alto valor por tonelada del mercado y de los materiales secundarios y en general, se trata de un mercado accesible.

Las principales compañías americanas que producen latas de aluminio han garantizado la compra total de todas las latas que puedan ser recuperadas. Con el fin de incentivar aún más el mercado,

proveen a las comunidades de equipos para procesar latas y del transporte de las mismas a las plantas recicladoras.

El precio L.A.B. intermediario que se paga por las latas recuperadas varía con el tiempo. De un precio de aproximadamente \$ 700 USD/ton (35¢/lb ) que había en enero de 1987, en un año se duplicó hasta alcanzar \$ 1 400 USD/ton, conservándose en ese nivel hasta junio de 1988.

En el centro de acopio el precio que se paga es de sólo \$ 800 USD/ton; es decir, 4035¢/lb. Si dicho centro maneja un volumen suficiente y puede acondicionar adecuadamente las latas para su envío directo a la planta manufacturera, podrá obtener el precio máximo. Sin embargo, en general el precio de compra para pequeñas cantidades de latas desechadas está entre 50% y 60% del precio corriente del mercado (que casi siempre se cotiza en centavos por libra) . El ingreso que se obtiene de las latas de aluminio usadas, ayuda de manera significativa a los programas de colecta selectiva o a la operación de centros de recompra o de acopio. A pesar de que se pueden representar un bajo porcentaje en peso, significan un elevado porcentaje del ingreso (usualmente entre 20% y 50%).

Los centros de industrialización de las latas de aluminio recuperadas están ubicados en unos cuantos lugares geográficos, pero el alto valor del material, en comparación con el costo de los fletes, convierte en nacional al mercado del aluminio recuperado. A pesar de que las latas de aluminio son usadas para refrescos y cervezas en todo EUA, las principales tasas de recuperación se encuentran en aquellos estados que han establecido obligatoriedad de un depósito sobre los envases, así como en los estados en los que la industria del aluminio y envasadoras han hecho esfuerzos especiales para establecer centros de acopio y de compra.

A pesar de que las tasas de recuperación sean más bajas en lugares sin reglamentación sobre depósitos, el reciclaje del aluminio se fomenta activamente en los principales centros urbanos del país y con menor intensidad en las áreas menos pobladas.

El negocio de recuperar latas de aluminio empezó a principios de los años 70s; hoy en día se recupera aproximadamente el 50% de las latas de aluminio, usadas en todo el territorio de los EUA.

Con respecto de otra chatarra de aluminio, puede decirse que los productos extraídos y fundidos de aluminio se hace a partir de aleaciones distintas a las usadas para latas de bebidas, por lo que generan menores precios de recuperación que los botes de aluminio. La chatarra proviene generalmente de fuentes industriales y se vende por conducto de corredores independientes de metales secundarios a los fundidores secundarios. Sin embargo, los precios se siguen el uno al otro de manera muy cercana, lo que demuestra que éste es un mercado de mercancías (comodities).

### **Mercado de envases de vidrio desechados**

En la década de los 60s, casi desapareció en EUA el uso de residuos de vidrio postconsumidor. Hoy en día, empresas como Owens-Brockway, Glass Container Corp., Anchor Hocking (propiedad de Vitro, de México ) y muchas más, consumen anualmente 1 millón de toneladas de pedacería de vidrio para producir nuevas botellas. Se trata de un mercado al alza. Al igual que en caso del aluminio, la industria del vidrio está interesada en adquirir cualquier cantidad de pedacería que se le ofrezca y que cumpla con las especificaciones de producción de las botellas.

El vidrio tiene dos mercados potenciales importantes: como pedacería o cullet (el término que utiliza la industria para designar la chatarra de vidrio), que se emplea para fabricar nuevos envases de vidrio; o como materia prima para manufacturar otros productos, tales como materiales de aislamiento a base de fibra de vidrio-espuma para la industria de la construcción.

En el mercado americano, el precio de la pedacería en mayo de 1988 fue de aproximadamente \$ 40 USD/ton, entregado en la planta y separado por colores. La industria del vidrio tiene especificaciones muy estrictas para la calidad de la pedacería y que requiere ésta esté separada por colores para poder fabricar nuevos envases del mismo color.

Además de las compras directas por parte de los fabricantes de envases, los intermediarios también adquieren activamente vidrio en el mercado secundario, pues existen otros mercados para vidrio que no cumple con las especificaciones de la industria de las botellas. Además de los antes señalados, el uso de pedacería en la fabricación de señalización reflejante y como aditivo para el asfalto es cada día mayor.

El precio del vidrio en el mercado se fija para entrega en la planta manufacturera. El transporte puede representar un costo muy significativo. En EUA, la industria de los envases de vidrio esta concentrada principalmente en el Noreste, especialmente de New Jersey; en unos cuantos lugares del medio Oeste, tales como Illinois y Oklahoma y en la costa del Pacífico.

La mayoría del vidrio recuperado proviene de estados que tienen leyes de depósito obligatorio de los envases. Sin embargo la industria está expandiendo sus esfuerzos para recuperar vidrio de otros estados en los que las distancias de transporte sean razonables y existan programas de reciclaje en las comunidades.

La pedacería de vidrio tiene valor menor en los estados en los que se reglamenta el depósito, puesto que la oferta ahí es amplia. Durante el primer semestre de 1988, el precio promedio de la pedacería verde era de \$ 20 USD/ton, la ámbar (café) de \$ 30 USD/ton y la transparente de \$ 40 USD/ton.

Aunque el precio promedio nacional entregado en planta es de \$ 30 USD/ton en la parte central de EUA se llega a pagar hasta \$ 60 USD/ton, con descuento desde \$ 5 y hasta \$ 15 USD/ton por concepto de fletes. En ocasiones se ofrece un sobreprecio por el vidrio transparente, mientras que el de color ámbar y verde no es tan valioso. Muy pocas compañías aceptan vidrio mezclado.

Los precios de compra pueden variar mucho de una a otra compañía y de una ubicación de planta a otra, por lo que es difícil generalizar el mercado.

### **Mercado de los plásticos de desecho**

El reciclaje de estos materiales – recién llegados al grupo de materiales reciclables originados en los RSM—está creciendo rápidamente. Esto se debe principalmente a la cada día mayor demanda de envases desechados de poli-etilen-tereftalato (PET) y de polietileno de alta densidad (PEAD). Grandes corporaciones como Goodyear, Eastman Chemicals, Mobil, Dow, Amoco y otras, están desarrollando activamente alternativas tecnológicas para reciclar residuos plásticos.

La fuerza del mercado depende de la limpieza y la forma de presentación del material recuperado. Los plásticos recuperados están encontrando mercados en productos para los cuales los requisitos no son tan elevados como en aquellos que requieren resinas vírgenes (por ejemplo estar en contacto con alimentos).

El PET es actualmente el material plástico que más se recupera de los RSM (proveniente de botellas de refresco de 1 y 2 litros). Esta recuperación proviene principalmente de estados en los que existe reglamentación para depósito obligatorio de envases de bebidas. Los fabricantes de resinas, los embotelladores de refresco y algunos programas comunitarios de reciclaje están intentando expandir la recuperación a zonas en las que no hay depósito obligatorio para los envases.

El PET reciclado se utiliza para hacer fibra de relleno, cintas de embalaje, bases de alfombra, geotextiles y otros productos.

Uno de los principales compradores de PET lo paga a 9 ¢/lb; es decir, a \$ 180 USD/ton, para el material transparente. Este precio se reduce progresivamente de acuerdo con el contenido porcentual de PET verde. Por ejemplo, un contenido de 36% a 50% de botellas verdes en una paca se traduce en un precio de sólo 3 ¢/lb (\$ 60 USD/ton).

Las bases de PEAD en las botellas de PET de dos o tres litros se separan y se reciclan también, convirtiéndolas en nuevas bases o en otros productos moldeados.

Se considera que los mercados para los plásticos mejorarán en la medida en que lo hagan las tecnologías de recuperación y procesamiento. La regionalización de las industrias usuarias no es un factor importante en este caso, puesto que la recuperación de residuos plásticos es muy limitada y está aún en su infancia. Los mercados para el PEAD y para el PEBD son activos y están creciendo rápidamente a nivel nacional.

La recuperación de plásticos mezclados se lleva a cabo muy pocas comunidades y estos materiales se usan para producir sustitutos de madera y concreto.

### **Comercialización de materiales reciclables**

El desarrollo de mercado para el reciclaje de materiales tiene éxito cuando se ubica dentro de la

#### Comercialización de los materiales reciclables.

- Generalidades
- Tipos de mercado
- Desarrollo de los mercados
- El reciclaje y las fuerzas del mercado
- Negociación de contrato

Perspectiva adecuada: la basura representa una oportunidad de negocios. Las utilidades de los mercados de los materiales de desecho llegan no sólo a la industria, sino también a las economías municipales y al público en general. La clave para que alguien corra riesgo de iniciar un negocio en el mercado de los materiales reciclables es convencer del potencial real de lograr utilidades en el procesamiento de los desechos y en la manufactura de nuevos bienes o de bienes sustitutos, empleando materiales secundarios reciclables como insumo.

La industria establecerá plantas para procesar y utilizar los materiales de desecho, siempre y cuando esto represente una inversión rentable y no por que se trate de un imperativo moral para contribuir a mejorar el medio ambiente. Los gobiernos municipales que deseen promover el mercado de los subproductos recuperados de los residuos sólidos municipales deben preparar documentos y otros materiales promocionales sobre la operación de los diversos programas de la dependencia en cuestión, en los cuales se destaquen muy claramente los beneficios que pueden tener las industrias recicladoras que se desean promover.

Los gobiernos (municipales, estatales y federales) obtienen diversos beneficios con la existencia de las industrias recicladoras. Las empresas recicladoras representan, o en un futuro cercano lo harán, la opción de menor costo para la disposición de los desechos sólidos. La conversión de los materiales reciclables en nuevos productos le añade valor a los desechos en cada etapa del procesamiento. Más todavía, el reciclaje se traduce en una gran cantidad de fuentes de trabajo en los sectores industriales de manufactura, procesamiento y transporte. El incremento de la actividad económica, basado en la utilización de la abundante materia prima barata que se encuentra en los desechos, crea nuevas fuentes de ingreso para los gobiernos.

El desarrollo de los mercados de los materiales reciclables representa una oportunidad única para unir con éxito las preocupaciones ecológicas generales con los objetivos de la industria. La motivación a través de la utilidad es un vínculo excelente para proteger el medio ambiente y evitar que el público se ahogue en sus propios desechos.

Este desarrollo no es tanto una cuestión de economía estatal o nacional, sino es un asunto de interés regional. Ahora bien, el comercio interregional e interestatal requiere de la ejecución de acciones de desarrollo de mercado, coordinados a nivel multiestatal. Sin embargo es necesario llevar a cabo acciones para el desarrollo regional de los mercados, con el fin de lograr un impacto importante en la industria del reciclaje. Debe considerarse también la realización de los esfuerzos cooperativos en la definición de compras y en el etiquetado de productos reciclados.

Es conveniente establecer una relación formal entre diversos programas de fomento de mercado de materiales reciclables en una misma región. Los organismos americanos Northeast Recycling Coalition han establecido modelos de cooperación que operan eficientemente.

Probablemente, la manera más eficaz de desarrollar los mercados de los materiales reciclables sea mediante acciones gubernamentales que incentiven a los empresarios privados a adquirir los productos reciclados. El ejemplo que en esta cuestión pueda poner el gobierno (generalmente, el principal comprador de productos en cualquier país) será de fundamental importancia.

Ahora bien, las industrias privadas que generan productos que utilizan grandes cantidades de materiales reciclados, deberán pagar por parte de los costos involucrados en el desarrollo de dichos mercados. Un ejemplo de papel periódico desechado para la producción de nuevo papel periódico. Cuando el sector privado no alcanza metas voluntarias de adquisición de productos reciclados, la normatividad juega un papel importante.

La educación del público (especialmente de los niños) es fundamental para cambiar los hábitos domésticos de consumo y favorecer el uso de productos reciclados. Campañas cuyo objetivo sea “compre reciclado” y programas de etiquetado que ensalcen la imagen de los productos reciclados, pueden ser dos maneras eficaces de incrementar la demanda de dichos productos.

## **Tipos de mercado.**

Los materiales secundarios son aquellos productos que fueron adquiridos y usados con una propósito específico, pero que llegan a ser considerados como inútiles por el consumidor. Si no están contaminados por alimentos o por otro tipo de desecho, estos materiales postconsumidor pueden ser reciclados para convertirlos en nuevos producto.

El material recuperado por un programa de reciclaje es un desecho hasta en tanto se le encuentre un mercado en el que este desecho recuperado sea procesado y remanufacturado en un nuevo producto útil.

La comercialización de los materiales reciclables es el factor central en la toma de decisiones para el establecimiento de un programa municipal de separación en la fuente y reciclaje de los desechos. La determinación de que materiales reciclar, como separarlos y recolectarlos, cuanta preparación requieren y como lograr todo lo anterior dependerá de las opciones de comercialización disponibles.

Frecuentemente, el aspecto más problemático de un programa de reciclaje es encontrar mercados estables para los materiales recuperados. La comercialización ineficiente puede traducirse en pérdida de ingresos, problemas administrativos y desinterés del público en participar en las etapas de selección y acopio de los materiales reciclables. Consecuentemente, cuando se implanta un programa de reciclaje, es fundamental importancia darle la prioridad debida a la comercialización de los residuos.

Probablemente, cada tipo de material recuperado será enviado a un diferente tipo de planta industrial, para ser usado. El reto al que se enfrentan tanto los planificadores como los ejecutores de los programas de reciclaje, es la manera más eficaz de interaccionar con dicha industria.

La comercialización de los materiales secundarios involucra la necesidad de contactar a una empresa (micro, pequeña, mediana o grande) y llegar a un acuerdo de compra-venta con ella de manera que tome el material "tal cual", o con mínimo de acondicionamiento, para usarlo en la manufactura de un nuevo producto. Otra alternativa de localizar a un comprador que limpie el material o procese de alguna forma sencilla, para convertirlo en una materias prima aceptable para una tercera empresa industrial.

La industria del reciclaje consiste en una gran variedad de negocios que van desde individuos que trabajan por su cuenta, hasta grandes industrias multinacionales. Las empresa del sector del reciclaje pueden ser de algunos de los siguientes cuatro tipos:

- a) Recolectoras. Su función primaria es identificar materiales reciclables y transportarlos desde la fuente hasta el local de los compradores. En este caso se encuentran los pepenadores y los ropavejeros, así como los pequeños empresarios que adquieren desechos y recortes industriales.
- b) Acondicionadoras. Compran materiales reciclables, les aplican un proceso simple (como selección, densificación y flejado) y los revenden a una empresa manufacturera. Algunos procesadores también llevan a cabo operaciones más amplias sobre los residuos, tales como lavado, triturado, aplastado o compactación, antes de vender los materiales a una empresa manufacturera. Entre estos empresarios, haya algunos especializados en sólo materiales reciclables, como por ejemplo papel y cartón o chatarra metálica, así como aquellos que aceptan la mayoría de los materiales secundarios.
- c) Corredores independientes. Compran o aceptan reciclables, los venden a unos o más usuarios finales y organizan la transferencia de los materiales; todo ello por una tarifa o un porcentaje de la operación. En general se trata de individuos familiarizados con una amplia gama de posibilidades del mercado.
- d) Usuarios finales. Adquieren y procesan grandes cantidades de materias reciclables específicas, para uso en sus operaciones de manufactura. Por ejemplo, la industria papelera adquiere papel desecho para usarlo en la producción de toallas de papel o papel de oficina con contenido variable de fibra reciclada. Los fabricantes de lingote y lámina de aluminio. Los fabricantes de cartón plegadizo y corrugado producen cajas con un contenido de fibras secundarias. Recientemente la industria del plástico ha empezado a reciclar algunos tipos específicos de estos materiales

Los compradores, corredores y acondicionadores, conocidos como "intermediarios", toman cantidades relativamente pequeñas, dispersas y en ocasiones contaminadas, de los materiales secundarios y los convierte en materia prima "con especificaciones de planta". Enseguida los entregan a los usuarios finales, quienes lo transforman en productos nuevos y útiles. Los

intermediarios generalmente son capaces de aceptar cualquier cantidad de materiales recolectados por los servicios municipales.

Todo usuario final tiene requisitos específicos para los materiales que consume, lo cual queda determinado por el proceso que utiliza el producto que genera. Requiere que la materia prima que recibe cumpla adecuadamente con dichas especificaciones de calidad, así como que se le garantice un aprovisionamiento continuo.

Los cuatro tipos de empresarios que operen en el negocio del reciclaje están motivados por los mismos objetivos que cualquier otra empresa en el mercado libre; es decir, por obtener utilidades sobre su inversión y su trabajo. Sus decisiones de negocio se basan exclusivamente en los dictados del mercado: oferta, demanda, precio y costo.

### **Desarrollo de mercados**

Es necesario persuadir a los usuarios finales a que usen materiales reciclados en lugares o como complemento de materias primas vírgenes, así como a los corredores y a los acondicionadores a que incrementen sus operaciones con materiales secundarios.

A. Búsqueda de compradores. Eventualmente, todo coordinador de un programa de reciclaje requerirá conocer a los compradores de materiales secundarios existentes en su región. Es importante ser imaginativo en cuanto a localizar y conversar con estos compradores potenciales, pues ellos también son una fuente confiable de información general sobre el mercado y pueden, además, proveer datos sobre otros mercados. Es importante conocer sus necesidades, costos y limitaciones como compradores, para comparar esta información con las metas y limitaciones del programa de reciclaje, que operara como proveedor de los materiales secundarios.

Si el programa municipal de reciclaje pretende comercializar varios tipos distintos de materiales reciclables, el personal encargado del mismo tendrá que establecer negociaciones en diversos mercados. Sin embargo, aún si el programa empieza con sólo dos materiales, puede ser conveniente contactar muchos mercados desde el principio, lo mismo que dividir la oferta de cada material entre diferentes compradores, de modo que el programa tenga varias salidas posibles, para reducir al mínimo el efecto de las fluctuaciones del mercado.

B. Fuentes de información sobre mercados. En ausencia de un departamento de servicio especializado en el gobierno municipal, estatal o nacional, se sugieren los siguientes caminos para localizar y promover los mercados de los materiales secundarios:

Al iniciar la investigación sobre los mercados existentes en la localidad, lo primero que debe hacerse es consultar las páginas amarillas del directorio telefónico. Deben buscarse, entre otras, las siguientes clasificaciones:

- Aceites, fábricas de
- Basura
- Baterías
- Cartón corrugado – fábrica de
- Chatarra
- Compactadoras de materiales
- Desperdicios de lámina – compra de
- Desperdicios - compra /venta
- Empaques
- Envases
- Llantas
- Metales – compra/venta
- Papel – fábrica e importadores
- Papel de periódico – compra/venta
- Plásticos- fábrica de
- Plásticos recuperados
- Recuperación d metales
- Vidrio fábrica de

También puede iniciarse la búsqueda a través de las asociaciones y cámaras industriales y comerciales de empresas relacionadas con la producción y venta de los materiales que pueden ser reciclados.

Los anuncios en periódicos, así como en revistas especializadas, son otra buena fuente de información sobre empresas que ofrecen o buscan materiales reciclables.

Probablemente la mejor manera de obtener la información requerida sea mediante una investigación de campo directa. A partir de los primeros compradores e intermediarios localizados y con la información que ellos provean, es posible establecer un camino que conduzca a otras empresas, (proveedoras, intermediarias o usuarias). Este método puede resultar costoso y tomar mucho tiempo, pero en ausencia de otros datos, es la mejor salida.

- C. Encuesta de mercado. El responsable de comercializar los materiales reciclables debe iniciar su trabajo llamando o visitando a cada cliente potencial para identificar una persona contacto y determinar que materiales reciclables específicos acepta esa empresa. Es conveniente mantener un registro de las especificaciones que requieren los compradores para los materiales reciclables, así como averiguar el efecto que sobre el precio o la comisión por el manejo tienen las diferentes formas de presentación, la limpieza y el volumen de los materiales. También deben anotarse los servicios que los compradores pueden ofrecer, tales como transporte y disponibilidad de contenedores, y su costo.
- D. Composición de los RSM. Los resultados de la encuesta deben compararse con una estimación de los tipos de volúmenes de desechos generados por la comunidad. Una evaluación de las cantidades recuperables, a la luz de la encuesta de mercado, contribuirá a reducir las posibles opciones. La decisión de reciclar ciertos materiales no debe basarse en que el programa sea autofinanciable. El elemento principal para la toma de decisiones debe ser de habilidad del programa de reciclaje para contribuir a disminuir los costos totales de la gestión de los desechos sólidos y el valor que tiene el material reciclable como recurso.
- E. Capacitación de personal. Este es de suma importancia capacitar al personal que trabajará en los centros de acopio, selección y/o acondicionamiento, tanto en las técnicas en que operarán como en diversos aspectos del mercado, pues los materiales reciclables que se procesarán no son simplemente una materia prima, sino un producto que debe cumplir con las especificaciones que requiere el comprador.

## **Reciclaje y fuerzas del mercado**

La mayoría de los materiales reciclables compiten con un mercado bien establecido de materiales nuevos o “vírgenes”; por ejemplo, el papel periódico viejo compite con la pulpa de la madera; la chatarra de acero lo hace con el mineral de hierro, etcétera.

A menudo las empresas manufactureras no desean adquirir materiales reciclables por temor a que su utilización puede adquirir ajustes o cambios en el proceso y control de calidad, así como posibles costos adicionales de recolección, acondicionamiento y transporte. Los fabricantes generalmente dependen de muy pocos proveedores, que ya están establecidos y han demostrado cumplir en sus entregas y calidades, por lo que se muestran reacios a tratar con proveedores nuevos e inseguros. Los industriales también citan la resistencia de los consumidores a adquirir un producto con contenido de materiales reciclados, como una barrera importante al crecimiento del mercado de los materiales secundarios.

Los bienes con contenido reciclado sufren el mismo tipo de discriminación que los productos genéricos (sin marca), aunque hayan sido manufacturados de modo idéntico a los productos de marca conocida y por los mismos fabricantes. Algunos consumidores “aseguran” que, por ser de menor precio, los productos genéricos también son de menor calidad.

Es cierto que, en muchos casos, los materiales “nuevos” son más baratos que sus equivalentes reciclables. La diferencia en costo se debe, en cierto modo, a dos políticas que existen desde hace mucho tiempo:

- Los incentivos fiscales han favorecido el desarrollo de nuevos recursos (energía y materiales) en contra del reuso y el reciclaje;
- Los consumidores (o los gobiernos municipales) han tenido siempre que sufragar los costos de disposición o recuperación de un producto, cuando éste ha dejado de cumplir con el propósito para el que fue manufacturado. Los fabricantes nunca habían tenido que pagar por dichos costos,

aunque esto ha empezado a cambiar. Alemania Federal, con su reciente Ley para Evitar la Generación Desechos de Envases y Embalajes – que entró en vigor en diciembre de 1991—y bajo una extensión del principio de que “el que contamina debe pagar por solucionar el problema”, ha transferido la responsabilidad de reutilizar y/o reciclar los residuos de nevasos a los comerciantes detallistas, distribuidores, empaquadores y fabricantes de los envases.

### **Negociación de contratos**

Negociar el “mejor contrato” no significa, necesariamente, obtener el mejor precio. Los contratos de compra-venta deben contener acuerdos específicos sobre diversos factores. El mejor acuerdo comercial para un determinado subprograma de reciclaje, disminuyendo el costo total de gestión de los desechos sólidos, o algún otro beneficio para el programa, en lugar de esperar que el reciclaje sea una empresa generadora de utilidades.

#### Elementos de un contrato de subproductos

Especificaciones de los materiales  
Calidad de los subproductos.  
Cantidad que se comercializará  
Forma de presentación  
Transporte  
Calendarización  
Duración del contrato  
Precio  
Sistema de pagos.  
Servicios especiales  
Carta de intención

Todos los detalles que se acuerden con el comprador deben vertirse por escrito en un contrato, para cualquier tipo de malentendido. En el caso de contratos múltiples para un determinado material, la transcripción escrita de los acuerdos es especialmente importante, debido a que puede haber factores que cambien de un contrato a otro.

- A. Elementos de un contrato. Con el fin de lograr los acuerdos contractuales de mayor ventaja, las comunidades o los gobiernos municipales, en su caso, deben negociar directamente con los compradores. Diversos elementos del contrato pueden ser negociables y diferir de comprador a comprador. Por ejemplo, algunos compradores podrán estar dispuestos a ofrecer servicios importantes para el programa, como por ejemplo la colocación de contenedores especializados en lugares públicos o la operación de una ruta de recolección de algún tipo de contenedor especializado, a cambio de alguna concesión por parte de la comunidad (o la autoridad) en algún otro aspecto del convenio. Como vendedor, al representante del programa le conviene contar con una salida confiable y continua para los materiales reciclables, un precio justo, un contrato a largo plazo y un conjunto de especificaciones clara que le permitan acondicionar y transferir los materiales reciclables a un costo mínimo para el programa. Por su parte, el comprador desea recibir una cantidad específica de materiales de alta calidad, de manera continua y a un precio justo. Las negociaciones deben conducir a un contrato de compraventa en el que estén señalados claramente todos los términos del acuerdo entre el vendedor y el comprador.
- B. Especificaciones de los materiales. Una de las primeras preguntas que los responsables de planificar un programa de reciclaje querrán plantearle a cada comprador potencial, es ¿qué especificaciones deben cumplir los materiales que ellos adquirirán? Por otra parte, los compradores estarán interesados, primordialmente, en que se les garantice un flujo continuo de materiales que cumplan, o puedan cumplir, con los estándares de calidad del usuario final. Así, los requisitos de calidad y cantidad que se acuerden durante las negociaciones, deben ser incluidos en el contrato resultante.

C. Calidad. La calidad de los materiales que serán entregados al comprador debe redactarse en términos específicos. Las definiciones deben detallar los contaminantes prohibidos, así como los niveles máximos permitidos (expresados en porcentaje o de alguna otra forma) de los contaminantes “aceptables”. De ser posible, deben señalarse preferencias del comprador en lugar de requisitos estrictos. Deben acordarse, y por tanto ser incluidos en el contrato las diferencias de precio que puedan atribuirse a inconsistencias en la calidad del material.

D. Cantidad. Deben definirse en términos específicos, y ser incluidos en el contrato, los volúmenes de material que serán entregados al comprador. En general, estas cantidades se expresan en peso y número de contenedores. Por ejemplo, el papel periódico puede venderse suelto a un precio; suelto, en cajas “gaylor” llenas, a otro precio; embalado y embarcado en cargas completas de trailer, a precios diferentes para trailer que pesen más o menos que un peso predefinido y acordado.

Debido a que existen muchas maneras de transportar un producto al mercado, es importante definir claramente los términos del mismo en el contrato. Por ejemplo, tipo de contenedores que se utilizarán y pesos mínimos que contendrán; peso total mínimo y número de contenedor que constituirán un embarque aceptable y detalle de los ajustes que se harán cuando las entregas difieran de lo esperado, incluyendo cualquier diferencia que pueda resultar sobre el precio pagado.

E. Formas de presentación. Los materiales que son acondicionados de alguna forma, por simple que está sea, se venden generalmente a precios mayores, puestos que pueden ser transportados más eficientemente. El usuario final generalmente recibe grandes cantidades de materia prima, por lo cual es conveniente que los materiales secundarios se presenten empacados muy densamente, en un contenedor estándar (por ejemplo, en un trailer de 44'; en un carro de ferrocarril o en contenedor marítimo de 40'). Por tanto cualquier operación de procesamiento y acondicionamiento realizada por el vendedor, que facilite la labor del manejador intermediario para llenar un contenedor estándar, eleva el valor del material.

Cualquier variación en el valor del material secundario debe ser explicada claramente en el contrato. Deben señalarse los diferentes precios según las presentaciones. Por ejemplo: “Latas de aluminio sueltas- \$ 0.50 USD/lb; latas sueltas aplastadas - \$ 0.58 USD/lb; latas embaladas y densificadas de acuerdo con las especificaciones de Alcoa -- \$ 0.71 USD/lb”. Cualquier requerimiento respecto de la forma de presentación, por mínimo que sea, debe preciararse por escrito en el contrato. Por ejemplo, un contrato de compra-venta de cartón corrugado podría incluir la siguiente frase: “No se aceptará cartón corrugado suelto”.

El acondicionamiento genera materiales limpios, homogéneos y que ocupan menor volumen, con lo cual se facilita el transporte. Como regla general los materiales reciclables sin contaminar pueden ser utilizados en los procesos de manufactura, al igual como si fuesen materias primas vírgenes. Si el acondicionamiento de los materiales secundarios se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos del mercado final, estos materiales reciclables podrán ser comercializados directamente con el usuario final, generando mayor ingreso para el programa de reciclaje.

Dependiendo del tipo de material el acondicionamiento básico puede tomar la forma de uno o hasta de todos los siguientes procesos:

- a) limpieza/lavado . los materiales reciclables pueden limpiarse mediante enjuagado de botellas y latas; eliminación de anillos y tapas de metal o de plástico de las botellas de vidrio o de plástico; eliminación de etiquetas de papel; y triturado y lavado de bolsas y películas flexibles de plástico.(debe recordarse que la limpieza de los materiales reciclables también debe llevarse a cabo en la fuente, durante la separación de origen domiciliar, comercial, o institucional).
- b) Selección. La selección permite separar los materiales reciclables en diferentes categorías. Por ejemplo, el vidrio debe ser separado en sus tres colores comerciales (transparente, ámbar y verde), antes de poder ser reutilizado en la manufactura de nuevas botellas. Los materiales ligeros pueden separarse en pesados; los metales ferrosos de los no ferrosos; los envases de plástico de PET de los PEAD; y los artículos tales como llantas, baterías, madera y enseres domésticos deben ser apartados de los otros materiales reciclables.

- c) Densificación. Se trata de un proceso de compactación que reduce el volumen de los materiales reciclables para efectos de almacenamiento y transporte. El papel los plásticos la madera y los residuos de jardinería pueden ser triturados, compactados en pacas y flejados; el vidrio puede ser molido; las latas metálicas y las botellas de plástico pueden ser aplanadas, compactadas en pacas y flejadas; y los bienes electrodomésticos pueden ser prensados hasta formar cubos de chatarra.

El acondicionamiento de los materiales reciclables generalmente involucran una combinación de operaciones manuales y mecánicas. Las instalaciones de selección y/o procesamiento –tanto públicas como privadas – deben estar reglamentadas por razones de salud, seguridad y protección al medio ambiente. Los programas de reciclaje en pequeña escala pueden encontrar que los costos de operación para el acondicionamiento de los materiales reciclables son demasiado elevados como para justificar el procesamiento de pequeñas cantidades de materiales secundarios.

A título de ejemplo se incluyen las siguientes tres formas de presentación de los materiales reciclables, utilizadas actualmente en el estado de Iowa, EUA:

Aluminio	densificado, en pacas de 1 500 lb.
Cartón corrugado	empacado, en pacas de 1 000 lb.
Papel mixto de oficina	empacado, en pacas de 1 000 lb.
Papel periódico	empacado, en pacas de 1 000 lb
Vidrio	separado por colores en cajas de gaylord
Metales ferrosos	variable, checar con chatarreros
Metales no ferrosos	variable, checar con chatarreros
Plásticos PEAD	en pacas de 900 a 1000 lb o granulado
Plásticos PET	en pacas de 900 a 1000 lb o granulado
Aceite de motor	variable, libre de contaminantes.
Textiles	empacados o en cajas
Residuos de jardín/composta	aún no sea determinado
Electrodomésticos	sin condensadores que tengan PCB

F: transporte. Algunas de las partes debe responsabilizarse de proveer u organizar el transporte de los materiales. Las respuestas a preguntas como las siguientes determinarán como deben incluirse en el contrato los arreglos que deben realizarse para transportar los materiales secundarios:

- ¿Puede el programa de reciclaje responsabilizarse del transporte de los materiales?
- ¿Cuánto le costará el transporte al programa?
- ¿Puede el comprador proveer el transporte?
- ¿Cuál será el costo para el programa?
- Nota: la reducción al mínimo de los costos de transporte y la facilidad de comunicación vendedor-comprador son las principales ventajas de comercializar localmente los materiales recuperados.

G Calendarización. Las partes deben establecer un acuerdo sobre el calendario de disponibilidad de la planta procesadora y sobre la entrega en las instalaciones del comprador, de los materiales reciclables. En función de la capacidad de almacenamiento de cada una de las partes, establecer la transferencia de los materiales sin problemas – de modo que no se produzcan acumulaciones indebidas en cualquiera de las partes—puede ser uno de los factores de mayor importancia para el éxito de la relación entre vendedor y comprador. La periodicidad de las transferencias puede establecerse a manera de intervalos de tiempo. Por ejemplo una de las cláusulas del contrato podría ser. “Los embarques serán recogidos cada sábado, previa confirmación telefónica del día anterior”, o la transferencia podría basarse en cantidades acumuladas. El contrato debe incluir todos los detalles así como los procedimientos de contingencia que pudieran surgir.

- H. Duración del contrato. La mayoría de los vendedores prefieren los contratos a largo plazo, con el fin de garantizar el mercado de sus materiales reciclables. La mayoría de los compradores gustan más contratos a término, que reflejen los ciclos normales del mercado. También pueden aceptar contratos a mayor plazo, si se incluyen consideraciones sobre las fluctuaciones de precio. En términos generales, los compradores usualmente especifican precios bajos en los contratos a largo plazo, para protegerse contra las inestabilidades de precio.
- I. Precio. Los materiales secundarios son mercancías (commodities). Al igual que en caso de otras mercancías, los precios que se pagan por los diversos grados de calidad de estos materiales suben y bajan de acuerdo con la oferta y la demanda. Ambas partes pudieron acordar a recurrir a una fuente independiente y específica para determinar los precios de los materiales, de modo que las variaciones totales del mercado afecten ambos de maneja justa. Un acuerdo de esta naturaleza debe ser explicitado claramente en el contrato y deben incluirse los procedimientos que se seguirán para determinar los precios en condiciones extremas o de crisis.
- J. Pagos. Los compradores generalmente tienen un balanza autorizada o una balanza para camiones que puedan usarse para establecer la cantidad de material entregada. El peso debe registrarse “en una nota de ingreso” junto con la fecha, el grado de calidad, el precio unitario y el valor total de embarque. La nota de ingreso puede servir como un registro de la transacción. Un acuerdo entre las partes sobre este procedimiento, o sobre algún otro sistema, debe ser incluido por escrito en el contrato. Igualmente, el contrato debe especificar el método de pago, ya sea mediante cheque al recibir el embarque, mediante un sistema de vales o por cualquier otro medio que se acuerde y debe incluir un periodo específico de tiempo para que el pago se lleve a cabo.
- K. Servicios especiales. Muchos compradores prestan o rentan contenedores y otros tipos de equipo, incluyendo formadoras de pacas, para auxiliar en la recolección, selección y acondicionamiento de los materiales. La desventaja es que el programa puede hacerse dependiente de un solo comprador, lo cual limitaría las opciones de comercialización. El uso de tales servicios puede tener sentido durante la fase de arranque del programa.
- L. La carta de intención. Una vez que se haya seleccionado un comprador y se haya acordado los elementos más importantes de contrato, debe requerirse al comprador que envíe una carta de intención que incluya dichos elementos contractuales. La carta compromete a ambas partes para establecer un futuro convenio de compraventa. Las cartas de intención son importantes porque permiten una aclaración final de los términos acordados antes de que se inicie el proceso legal de redactar un contrato.

## **Mercado y economía local**

El reciclaje produce muchos beneficios económicos para las comunidades. Algunos son inmediatos, otros se acumulan en la medida en que crece el programa de reciclaje.

A. Desarrollo de la comunidad. Al incrementarse un programa de reciclaje, las autoridades de una comunidad logran un mayor control sobre los volúmenes de desechos sólidos manejados y sobre los costos de gestión de los mismos. La eficiente administración de los servicios básicos es un fuerte atractivo para establecer nuevos negocios en una comunidad. La industria y las empresas comerciales existentes comparten también los beneficios que resultan de bajos costos de gestión de los desechos sólidos y de servicios esenciales confiables.

Transferir los materiales reciclables a compradores locales tiene un efecto positivo y muy significativo sobre la comunidad, puesto que el ingreso y el conocimiento se quedan en la región, especialmente si el comprador crea fuentes de trabajo, adquieren provisiones localmente y paga impuestos locales. De echo, el fomento del establecimiento local de plantas de acopio, selección y acondicionamiento de materiales reciclables, así como de industria manufacturera que utilizan materiales secundarios, pueden traducirse en incrementos sustanciales de ingreso para la economía de una región.

B Tendencias a largo plazo en los mercados de materiales reciclables. Se consideran dos cuestiones básicas en la evolución de los mercados de materiales secundarios:

a) manejo del volumen. Los mercados actuales pudieran tener la capacidad requerida para manejar los elevados volúmenes de materiales reciclables que empezarán a aparecer en cuanto se establezca un programa comunitario de reciclaje. En la medida en que el programa se consolide, y sobre todo si se trata de un programa obligatorio, los volúmenes crecerán rápidamente hasta alcanzar una situación de equilibrio en función del número de domicilios e instituciones participantes. Algunos fabricantes de envases, como son las empresas manufactureras de botellas de vidrio y los productores de lámina de aluminio, están dispuestos a – absorber cualquier cantidad de estos materiales, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de calidad. Otra industrias, como los plásticos y algunos sectores de la industria del papel, requieren de nuevas tecnologías y/o fuertes inversiones de capital para poder consumir la oferta de materia prima reciclable

Al presente México, aún cuando todavía no se inicia un programa formal de reciclaje, hay empresarios que ven en esta actividad la actividad la oportunidad de hacer buenos negocios. En el mundo entero están surgiendo tecnologías nuevas y más eficiente para procesar y aprovechar los materiales reciclables, con lo cual se estimula el interés y la inversión en las industrias de recuperación, acondicionamiento y utilización de materiales reciclables.

d) Estímulos a la demanda. El otro lado de la moneda del crecimiento del mercado es la demanda de los subproductos de los RSM. Los gobiernos deben tomar el liderazgo y mostrar el camino al adquirir bienes y productos que contengan materiales reciclados. Por ejemplo, asfalto con vidrio molido; papel de diversos tipos (escritura fotocopiado, toallas, sanitario y otros); contenedores de plástico y/o metálicos para basura y para desechos reciclables, etcétera.

A largo plazo, la existencia y aplicación de políticas y lineamientos de proveeduría gubernamental que favorezca tanto a los productos reutilizables como los que contengan materiales reciclados, puede ser una demostración de la utilidad de dichos productos para otros usuarios y consumidores de productos semejantes o equivalentes. A corto plazo, dichas políticas contribuyen directamente a estimular la demanda de materiales secundarios. Adicionalmente, estimulan la manufactura de más y mejores bienes y productos a partir de materiales reciclables, así como promueven que los productos existentes se vuelven más competitivos.

## TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR DE ENVASE Y EMBALAJES

Existen una gran variedad de tecnologías en el mundo entero que aplican a la extracción, beneficio y producción de materias primas; la manufactura y conversión de envases y embalajes; al llenado y distribución de estos; a la reutilización y rellenado de los envases; y la recolección, selección, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos de envases y embalajes; es decir, a las diversas etapas del ciclo de vida total de estos sistemas de protección y conservación de los productos de consumo.

Puesto que el objetivo de este proyecto es estudiar la problemática del manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes, no se comentarán aquí las tecnologías de extracción y beneficio de las materias primas ni los procesos de llenado con productos de los envases y embalajes, ni la etapa de distribución y venta de los productos envasados, puesto que además, todos ellos son procesos especializados que se conocen desde hace mucho tiempo,

### Tecnologías de producción de envases y componentes

1. Papel
2. Cartón plegadizo (botes complejos, productos laminados de alta barrera)
3. Cartón corrugado
4. Acero (hojalata, libre de estaño).
5. Aluminio ( botes tapas de botella, lámina y hoja)
6. Vidrio
7. Materiales flexibles de barrera.
8. Resina de alta barrera.
9. Contenedores de plástico rígido
10. Películas estirables y retráctiles.

que han venido optimizándose con el transcurso del tiempo y cuyo análisis profundo cae fuera del alcance de este estudio

Las tecnologías que aquí se describen son aquellas más directamente relacionadas con la producción de envases y embalajes, así como con la recolección, manejo y reciclaje de los desechos de envases y embalajes, considerando las manufactura y el reciclaje como elemento de la gestión integral de los residuos sólidos municipales.

### Producción de envases y embalajes

La evolución mundial de las tecnologías de producción de envases ha llegado al punto en que ha dejado de existir un conjunto de tecnologías apropiadas para los países en vías de desarrollo y otro conjunto para los países industrializados.

Sin embargo, es esencial que los países en desarrollo seleccionen las tecnologías necesarias con base en requerimientos locales disponibles de materiales, conocimientos y personal capacitado. Adicionalmente, es recomendable que se conozcan las tecnologías más avanzadas, con el fin de permitir mayores posibilidades en la toma de decisiones, en el mejoramiento de los patrones de envasado actuales y en la búsqueda de sistemas “limpios”.

A continuación se presenta un resumen de los desarrollos más recientes en los principales sectores de la industria del envase y embalaje:

#### Papel

La tecnología actual permite que este material tradicional y “amistoso” para el medio ambiente, reciba tratamiento específico para incrementar su resistencia a la humedad y al ablandamiento, así como recubrimiento antioxidante, antibacterianos, fungicidas, antiadherentes, antiinflamables, impermeabilizantes (tanto al agua como al aceite), alto brillo y alto grado de deslizamiento.

Actualmente, el papel para envases pueden dársele una gran variedad de características ópticas, de porosidad y de impresión de alta definición (semejante alas revistas de lujo). Por ejemplo, el doble recubrimiento en una de las caras permite la reproducción precisa de impresión por rotograbado (sobres para sopa). Además, la resistencia mecánica y la maquinabilidad del papel han mejorado

significativamente; por ejemplo, el estiramiento controlado de los papeles usados para tapar vasos de yogurt, con el fin de evitar que se fracturen cuando son estirados mecánicamente durante la aplicación.

### **Cartón plegadizo.**

Actualmente es posible adaptar las superficies internas y externas a de las estructuras de cartón para que cumplan con los requisitos de toda clase de procesos de impresión, suajado, doblado, rigidización, estabilización dimensional y maquinabilidad a alta velocidad. Los mismos tratamientos que se mencionaron para el caso del papel, pueden también ser aplicados al cartón plegadizo.

Las preocupaciones mundiales sobre la protección del medio ambiente están traduciendo en el desarrollo de nuevos procesos para el reciclaje de papeles y cartones desechados. En la opinión de los productores, la calidad del cartón resultante es semejante a la del cartón obtenido por método clásico. La proporción de cartón "reciclado" excede ya el 60% en la mayoría de los países productores, llegando a más del 80% en algunas naciones.

El material reciclado se utiliza para producir cartones de calidad estándar, cartones de lujo para la industria de la confección y pronto será incorporado en cartones apropiados para la industria de la perfumería. Desde el punto de vista del precio, los cartones reciclados son generalmente menos costosos que los materiales tradicionales. Además de los excelentes resultados estéticos obtenidos con cartones de lujo, recientemente se han logrado desarrollos importantes en los siguientes campos.

Botes complejos, formados en espiral, con tapas de cartón (teniendo una laminación plástica o metálica apropiada), para productos sensibles a la humedad o al oxígeno y para líquidos sin gas o ligeramente gaseosos.

Botellas de cartón, producidas ya sea con un recubrimiento interno apropiado para cada producto e incorporado un dispositivo para servir y una tapa con rosca, o conteniendo una bolsa de plástico en el interior del envase.

Laminados de alta barrera con cartón, sin utilizar hojas de aluminio.

### **Cartón corrugado**

Gracias a la evolución de los métodos de producción, los envases y los embalajes de cartón corrugado pueden ahora cumplir con la mayoría de las propiedades mecánicas requeridas en ambientes más o menos húmedos (resistencia al aplastamiento, al impacto y a la presión). La mejoría lograda en estas propiedades se obtuvo mediante procesos como el tratamiento de las flautas, el esfuerzo de los "liners" con productos endurecedores y la fabricación de paredes cruzadas o triples.

También pueden obtenerse excelentes resistencias mecánicas en contenedores sencillos de cartón corrugado, mediante el uso de refuerzos (aristas reforzadas y camisas de cartón corrugado). Más aún, existen tratamientos de superficie que hacen que las caras de la caja o sean resbaladizas, con lo cual se logra una estiba y un entarimado estable, sin necesidad de usar envoltura estirable o encongible.

Con el propósito de reforzar las propiedades de aislamiento térmico del cartón corrugado puede inyectarse espuma de poliuretano en las flautas. Para mayor seguridad en los almacenes, se han desarrollado tratamientos especiales que disminuyen la inflamabilidad del cartón hasta en un 60 por ciento. Las mejorías logradas en la calidad del cartón permiten ahora el uso extendido de cajas-tarima hechas totalmente de cartón, así como de "bolsa de caja" gigantes con tarima integral (para capacidades desde de 500 hasta 2000 litros).

Los ejemplos anteriores se refieren a casos específicos pero, en términos generales, deben enfatizarse los siguientes puntos:

Gracias a la evolución de la maquinaria para el procesamiento del papel (incluyendo el uso de sistemas computarizados), el cartón corrugado ha alcanzado ya un nivel y una consistencia en calidad que no podían lograrse hace sólo unos cuatro años. Así la productividad se ha incrementado de manera significativa. Mediante modificaciones al gramaje del cartón o al número y tipo de flautas, pueden resolverse la mayoría de los problemas de resistencia mecánica, sin necesidad de recurrir a los tratamientos antes mencionados.

La "preimpresión" (impresión flexográfica del "liner" antes de producir el cartón) ha avanzado considerablemente gracias a mejorías en los métodos de producción, lográndose ya precios razonables para grandes volúmenes. Este proceso se utiliza para envases y embalajes de lujo, para identificación y

para imagen corporativa en embalajes de grandes empresas, para exhibidores en supermercados y tiendas detallistas, así como para cualquier aplicación en la que deba garantizarse un color específico. Actualmente, el cartón corrugado puede considerarse como líder entre los materiales “amistosos” para el medio ambiente, con una tasa de reciclaje de aproximadamente 75% (que podría llegar al 100% si no fuese por fallas en la recolección). Esta es la tasa sugerida en la Directiva de la Comunidad Europea sobre Envases y Residuos de Envases (aprobada recientemente en julio de 1992). Los envases y embalajes así producidos deberán contener 75% de fibra reciclada y 25% de fibra vírgenes. Considerando la calidad que se logra para estos envases puede decirse que se ha conseguido un gran avance tecnológico.

## **Acero**

Entre los principales desarrollos que se han logrado recientemente con este material, pueden citarse los siguientes:

Reducción en el espesor de la hojalata (de 0.24 mm a 0.145 mm para latas de tres piezas), en los últimos 10 años.

Utilización de acero libre de estaño (acero al cromo)

Acero con recubrimiento plástico en las dos caras.

Estampado profundo (latas de dos piezas para contener líquidos gaseosos, con paredes de 0.10 mm de espesor)

Latas con formas sofisticadas, obtenidos a partir de aceros dúctiles que permiten altas tasas de estirado.

Preimpresión “distorsionada” sobre lámina plana de metal antes de ser formada por estirado.

Uso de barnices interiores mejorados, incluyendo recubrimientos blancos para mejorar la apariencia de ciertos productos.

Tapas de acero con sistemas abre-fácil, que funcionan por presión o por rasgado.

Líneas de soldaduras muy angostas para latas de tres piezas, que permitan el decorado casi total del cuerpo.

Sellado de las costuras de latas para bebidas, con el fin de eliminar totalmente la línea de soldadura. Charolas esterilizadas delgadas (0.12 mm).

La reducción del espesor del cuerpo de las latas ha sido posible gracias a la evolución de la tecnología a nivel de las plantas siderúrgicas, así como al desarrollo de sistemas de corrugación que dan mayor rigidez a la lata, por parte de los fabricantes. Entre las investigaciones actuales, deben mencionarse las siguientes:

Estudios sobre la geometría de los fondos, con el propósito de compensar presiones diferenciales durante la esterilización o el pasteurizado (utilizando modelos por computadoras para flujos metálicos).

Soldaduras por láser

Reducciones múltiples de cuello en los cuerpos de la lata, para disminuir el diámetro de la tapa y obtener formas tipo “botella”

Reducción adicional de peso, buscándose un objetivo comercial de latas con espesor de pared de 0.75 mm, dentro de cinco años (experimentalmente, es posible lograr paredes de 0.05 mm de espesor)

## **Aluminio**

La investigación realizada en los últimos años ha permitido lograr mejoras significativas en los siguientes rubros:

Latas. Con el desarrollo de nuevas aleaciones en los últimos cinco años se ha producido un metal más duro, lo que ha permitido reducir en 10% el espesor medio de latas. Un ejemplo: hace algunos años, el espesor promedio de las latas pequeñas para paté era de 0.23 mm; hoy es de 0.20 mm y muy pronto será de 0.19 mm. Otro ejemplo de progreso técnico es la preimpresión de la lámina de aluminio antes de formar el bote. Es conveniente recordar que, mientras mayor dureza tenga el metal, mayor será la posibilidad de reducir el espesor, lo cual está limitado únicamente por la factibilidad de “reformular” el decorado usando una preimpresión distorsionada.

Hoy en día ha sido posible extender este límite gracias al uso de tecnologías que se basan en una predistorsión computarizada del decorado, lo cual permite lograr impresiones correctas, aún por encima de corrugaciones en el cuerpo, así como usar herramientas cerámicas mejoradas para producir dos o tres

embutidos profundos sucesivos. Esta tecnología también permite incrementar la profundidad de la lata para un tamaño dado de diámetro.

Otro desarrollo importante son la reducción en peso de algunos barnices (de 12 g/m<sup>2</sup> a 8 g/m<sup>2</sup>) y, en un futuro próximo, la producción de latas cerradas por tapas termoselladas, esterilizables y desprendibles. Tapas de botella. La evolución en este campo es el resultado de la legislación americana (para 1992) y europea (para 1994), relativa a la prohibición de tapas de plomo/estaño para vinos y licores. En una primera etapa, se desarrollaron recientemente las tapas "100 % de estaño", con un peso de cinco a 5.5 g c/u, comparado con los ocho o nueve g usados para las tapas de plomo/estaño. También se han desarrollado aleaciones de aluminio templado, que permanecen flexibles para garantizar una apertura sin riesgo. Finalmente, hoy día se dispone de materiales para tapa tipo dúplex (hoja de aluminio/plástico) y triplex (hoja de aluminio/plástico/hoja de aluminio), que son casi tan maleables como el estaño. Esto facilita la apertura y permite – durante el formado del cuello de la botella – reducir el espesor de los primeros 20 mm desde el borde, para lograr que la apertura se realice debajo del anillo del cuello, lo cual se ha vuelto ya una práctica común en restaurantes.

Hoja de aluminio. En este campo se han logrado reducciones de espesor significativas, como resultado de la investigación realizada en aleaciones y gracias también a nuevas tecnologías desarrolladas para líneas de laminación. En los últimos tres años se ha logrado reducir el espesor de la hoja de 0.0075 mm a 0.00635 mm, garantizando aún el aislado de la hoja y reduciendo la cantidad de poros. Sin embargo, debe señalarse que las hojas más delgadas no necesariamente es la más barata. Los usuarios deben decidir entre propiedades de barrera óptimas (considerando tanto desempeño como mercadeo) o costo.

## **Vidrio**

El vidrio ha tenido una evolución en los últimos tecnológica continua en los últimos años y se considera que esta tendencia persistirá en el futuro cercano. Se ha logrado mejorar la productividad a través de nuevos materiales y tecnologías: vidrio prensado – soplado, vidrio soplado – soplado, diseño asistido por computadora; incrementos en la resistencia mecánica; botellas con menor peso y capas protectoras sobre el vidrio, obtenidas ya sea mediante etiquetas de plástico impresas y de tipo camisa, o por medio de tratamientos de superficie.

Otro desarrollo importante es el monitoreo de temperaturas durante la producción, con chequeo y control continuo del enfriamiento. Esto permite alcanzar altas velocidades de producción (hasta 600 botellas de vino por minuto), lo cual se traduce en reducciones importantes de precio. Por ejemplo, en el caso de Francia, tomando en cuenta la inflación, una botella de un litro que costaba un FF en 1982, para 1989 costaba solamente 0.80 FF.

Los desarrollos anteriores son resultado de los continuos esfuerzos de investigación de los grupos internacionales del vidrio. En este campo, el diseño asistido por computadora continuará jugando un papel prominente en las mejoras tecnológicas futuras de este material. Adicionalmente, los grupos internacionales del vidrio están llevando a cabo gran cantidad de investigación en física aplicada, con el fin de integrar la información científica que determine formas y espesores, en modelos matemáticos procesados por computadora. Estos sistemas permiten producir rápidamente un diseño burdo y predecir como se comportará la botella. Estas investigaciones se traducen también en imágenes en pantalla que muestran como debe ser soplado el cuerpo del envase.

Una desatacada innovación es el vidrio ultraligero para charolas, platos pequeños y utensilios de cocina, sellados con tapa metálica (flexibles y termosellados). Estos productos son esterilizados y están diseñados para ser usados en hornos de microondas. Dichos envases tienen una resistencia mecánica de cuatro veces mayor que la del vidrio normal, una etiqueta de poliestireno expandido para evitar quemarse los dedos, y espesor y peso considerablemente reducido. El material tiene un aspecto ligeramente lechoso para proteger al producto contra rayos ultravioleta. Se trata de un vidrio cerámico (micro cristales), que fue introducido inicialmente en el mercado norteamericano bajo la forma de un tazón de 8 oz. y un peso de sólo 80 g. En breve podrán adquirir charolas de 10 a 12 oz de capacidad.

## **Materiales flexibles de barrera**

Se trata de estructuras muy diversificadas y a menudo complejas, que pueden fabricarse con plásticos, papel y hoja de aluminio; por metalización y con depósito de silicio. Este es un campo pleno de innovaciones, debido las combinaciones sin límite que puedan lograrse con los materiales actualmente disponibles así como a la frecuente aparición de nuevos materiales. Algunos de los desarrollados más recientemente y significativos son los siguientes:

Películas de EVOH (copolímero de etileno y alcohol vinílico) y PVA (polialcohol vinílico), biorientadas y con tratamiento de superficie para protegerlas contra la humedad (debido a que estos alcoholes poliméricos son altamente sensibles a la humedad).

Películas de MXD6 biorientada.

Películas absorbentes de oxígeno

Películas que emiten moléculas esterilizantes.

Depósito de silicio sobre película de PET.

Las películas anteriores han sido diseñadas para manufacturar laminados, pues la tendencia actual de reemplazar la coextrusión. Los substratos usados son películas plásticas básicas (PP, PE, PVC, PET, etcétera), papel o cartón u hoja de aluminio. El objetivo es lograr la mejor barrera posible a gases, humedad, sabores, olores, luz, etcétera, al precio mínimo, con el máximo grado de maquinabilidad e impermeabilidad y con la mejor apariencia posible. Otras mejoras técnicas son la metalización de alta barrera y la desmetalización localizada. Los avances más recientes incluyen capas de películas plástica con látex de EVOH e impresión de películas con tintas metálicas que reemplazan la metalización.

### **Resinas de alta barrera**

En años recientes se ha logrado una evolución tecnológica espectacular en este campo, con la introducción del EVOH, el nylon modificado con MXD6, el nylon amorfo, el PVDC modificado con metacrilato, EVOH+ (que contiene hojuelas de micas), los copolímeros de poliacrílico y poliamida, los polímeros líquidos y el copoliéster. El objetivo es obtener la mejor barrera posible al oxígeno y otros gases así como a sabores y olores. Los resultados han sido muy positivos. Por ejemplo, la barrera promedio al oxígeno se ha mejorado de un valor de  $2 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$  a  $0.5 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$ . De hecho, sin tomar el costo en consideración, los productores están llegando muy cerca de la barrera técnica total a los gases, aunque la humedad y la temperatura son factores que tienen una influencia negativa en la mayoría de los casos.

Otro campo de investigación se refiere a mezclas de resinas con el propósito de reemplazar la coextrusión. Esto ha generado altas expectativas, especialmente en Japón. Las mezclas nylon-EVOH, PET-EVOH- y PET-MXD6 ya están siendo comercializadas.

### **Contenedores de plástico rígido**

Debe distinguirse entre dos categorías de contenedores: los envases producidos por soplado/inyectado y los envases termoformados:

Envases por solplado/inyectado. Las principales tecnologías en uso son: extrusión-soplado, inyección, inyección-soplado y coinyección. Los desarrollos más significativos se han logrado en el campo de la coinyección y en el de la coextrusión. En el primer caso – usado para producir películas - el desarrollo consiste en la extrusión de varias resinas a la vez, de modo que se forme una malla en multicapas, con la posibilidad de incluir resinas de alta barrera como el PVDC, el EVOH o el MXD6. El uso de cabezas de extrusión con varias secciones y con sistemas de enfriamiento retrasado (puesto que las temperaturas de extrusión de estas resinas son muy diferentes), permite coextruir fácilmente hasta siete resinas distintas. Con este proceso pueden obtenerse envases con las características requeridas, al mejor precio posible. Se han desarrollado diversos procesos para llenado en caliente. Uno de ellos consiste en dos soplos sucesivos, sirviendo el primero para eliminar tensiones internas. Otros procesos incluyen enfriamiento violento después de haber realizado el soplado a una temperatura extremadamente precisa; la cristalización del cuello del contenedor por medio de calentamiento; el moldeado in-situ de un anillo de policarbonato alrededor del cuello; la coextrusión con una resina compatible que resista altas temperaturas (por ejemplo PET y poliacrilato) En el caso de la coinyección, las resinas se mezclan a la salida de sus respectivos dados, o pueden superponerse diversos materiales (color, imitación de mármol etcétera)

Debe mencionarse también el desarrollo logrado en una tecnología antigua, pero ahora muy mejorada. Consiste en colocar paredes de cartón laminado y de plástico en un molde antes de inyectar el material (sistema derivado de la técnica de etiquetado en el molde). Esto produce un envase complejo: las paredes del cuerpo quedan echas de un laminado de cartón reforzado con costillas de plástico.

Termoformados: este proceso, que produce envases mediante el estampado de láminas de plástico calentadas, tiene varios inconvenientes. Los principales son la aparición de áreas delgadas por estiramiento durante el formado y la reducción tanto de la resistencia mecánica como de las características de barrera. Una solución es empezar con una lámina más gruesa, pero esto incrementa los costos.

El sistema Hiteck es un proceso satisfactorio que ya está comercializándose. Funcionan con herramientas que se expanden al ser insertadas en la lámina caliente, mientras ésta es formada, de tal modo que estiran el material hacia los lados a una velocidad predetermined.

Si la expansión se lleva a cabo al principio, el contenedor final tendrá paredes inferiores más gruesas mientras que si la expansión de la herramienta es tardía, son las paredes superiores las que resultan con mayor espesor. De esta manera, el espesor del material en las paredes laterales del contenedor puede tener la forma de un marco de costilla, a medida que se lleva a cabo el estiramiento.

Otra ventaja de este sistema es que, puesto que las paredes del molde no están sujetas a presión, pueden ser remplazadas, por ejemplo, por un tubo de cartón. De este modo, es posible producir una lata compleja tal, que las paredes interiores de la misma queden forradas por la lámina de plástico. En caso necesario, el extremo abierto puede protegerse de manera separada.

La eficiencia de la barrera antigases de los contenedores puede ser mejorada aún más por medio de recubrimiento de superficie: las capas por atomizado de PVDC se conocen desde hace mucho tiempo y recientemente ha empezado a usarse el EVOH. Se encuentran también en desarrollo el depósito de silicio en los productos termoformados.

### **Películas estirables y retráctiles**

Estos materiales se utilizan en dos campos de aplicación diferentes: para envases de consumo (presentaciones unitarias y multienvases) y para entarimado y unitarización de carga.

Envases de Consumo. La única evolución significativa en el campo de la envoltura y el decorado de envases unitario, está en la búsqueda de materiales que reemplacen al PVC. Por ejemplo, recientemente se ha desarrollado películas coextruidas con poliolefinas, para ser usadas en la envoltura de las charolas que contienen carne, pollo, pescado y mariscos, verduras y frutas. Se trata de películas estirables, con el mínimo de propiedades de deslizamiento para poder ser usadas en máquinas automáticas. Son autoadheribles y pueden soportar temperaturas de hasta  $-30^{\circ}\text{C}$ . Pueden ser sumamente estiradas antes de alcanzar su límite elástico y logran una recuperación elástica casi completa. Estas películas pueden ser brillantes y transparentes, teniendo una ligera permeabilidad al vapor de agua, la cual puede aprovecharse para evitar el desecado de los productos.

Otro ejemplo de reemplazo del PVC es el desarrollo de películas encogibles de PET, usadas como etiquetas impresas, tipo camisa, así como para sellos de protección y bandas de garantía en botellas, latas, botes, etcétera. Las películas son transparentes, brillantes, con alta resistencia mecánica y resistente a las altas temperaturas (por ejemplo, para la pasteurización o esterilización de contenedores preetiquetados). Son encogibles a bajas temperaturas, resistentes a la mayoría de los productos químicos resistente al envejecimiento y fácil de imprimir.

En el campo de los multienvases, existe la tendencia a utilizar películas de polietileno encogibles, preimpresas, con el fin de evitar daños al decorado durante el encogimiento; por esta razón debe calcularse previamente el encogimiento y la orientación de los diseños.

Entarimado y Unitarización de Carga. Se han logrado avances importantes en el desarrollo de películas estirables al lograr incrementar el valor crítico del punto de flujo plástico y al limitar la reducción en la tensión del estiramiento durante los primeros 15 minutos siguientes a la aplicación. Asimismo se han logrado evitar variaciones subsecuentes de dicha tensión de estiramiento, debidas a cambios de temperatura, durante el almacenamiento y el embarque. Los resultados alcanzados hoy en día son satisfactorios y la decisión de usar estas películas deben basarse fundamentalmente en aspectos técnicos. La tendencia en el caso de las películas encogibles ha sido la de incrementar la fuerza de contracción que une a la película con los productos y los “amarran” a la tarima, evitando su movimiento durante el transporte. También se ha llevado a cabo investigación sobre la estabilidad de esta fuerza, como función del tiempo y de la elevación de la temperatura.

Otro estudio que actualmente está llevándose a cabo involucra el mejoramiento, lo que implica que las películas para envoltura no se adhieran a las envolturas de los productos y que el rasgado en línea recta de las películas faciliten la apertura de los envases.

En conjunto, puede decirse que están lográndose resultados satisfactorios.

## Procesamiento de residuos sólidos municipales

En los últimos años se ha producido una explosión de nuevas tecnologías y equipos para el manejo de los residuos sólidos en el plano mundial, por lo que hoy en día es posible encontrar una gran variedad de conceptos que, buscando ser compatibles con la protección a la salud y al medio ambiente, han sido

Tecnología de procesamiento de residuos sólidos municipales

- Sistemas de recolección
- Procesamiento de residuos de jardinería
- Procesamiento de residuos mezclados
- Procesamiento de materiales reciclables
- Conversión de la basura en energía.

diseñados pensando en las diversas necesidades de los usuarios. Ejemplo de ello son los usos intensivos de capital o mano de obra para altos volúmenes y velocidades de procesamiento o para bajos volúmenes y velocidades de operación y que además generen un mínimo de residuos y un mínimo de emisiones contaminantes al medio ambiente.

La orientación generalizada de las municipalidades - de países tanto industrializados como en desarrollo - de operar bajo el concepto de "gestión integral de los RSM" ha creado una demanda de sistemas con mayores niveles de recolección selectiva y de procesamientos especializados. A continuación se comentan algunas de las principales tecnologías disponibles mundialmente, destacando las tendencias actuales en equipo y sistemas relacionados con los siguientes aspectos de la gestión integral de los desechos sólidos.

Sistemas de recolección selectiva y desechos mezclados.

Procesamiento de materiales orgánicos

Procesamiento desechos mezclados para la recuperación de materiales y la producción de composta y energía.

Procesamiento de materiales reciclables.

Conversión de desechos en energía

## Equipos de recolección

La recolección - ya sea de desechos domiciliarios separados o mezclados, de basura en las vías públicas, de residuos de jardines y parques o de basura de mercados, comercios e instituciones - es uno de los elementos más costosos de un sistema de gestión integral de los RSM. En años recientes se han desarrollado equipos que reducen los costos de operación, incrementan las cargas (y las densidades) en los camiones de recolección tipo compactador automatizan la recolección y la descarga de los desechos sólidos.

Cuando se implantan programas comunitarios de reciclaje en los que la población debe separar los residuos de jardinería y los materiales reciclables del resto de la basura con el fin de que se efectúe una colecta selectiva, los costos de recolección se incrementan aún más. Es de fundamental importancia escoger apropiadamente los equipos de recolección y determinar los mejores métodos, desde un enfoque costo-eficiencia-beneficio, para promover estos nuevos niveles de servicio.

Adicionalmente, las consideraciones de tipo social y/o político tiene también gran importancia.

Probablemente se requerirá hacer cambios en el servicio de recolección y contar con los equipos adecuados, tanto domiciliarios como institucionales. Debe tenerse en cuenta que estos cambios siempre van acompañados de resistencia, tanto del público a quien se le da el servicio, como del personal que operan los equipos (y de los voluntarios y pepenadores que viven de las ganancias que obtienen del sistema).

Las principales consideraciones técnicas que deben tomarse en cuenta para limitar los costos de recolección, incluyen los siguientes conceptos:

Promover la recolección directa en la acera (evitar que camiones y/o personal que los opera tenga que alejarse de la ruta o entrar en edificios, jardines etcétera).

Promover el uso domiciliario de dos botes de basura uno de color (por ejemplo negro) para desechos húmedos y de alimentos, y otro de color diferente (por ejemplo amarillo) para los envases, desechos secos y los materiales reciclables.

Más adelante se comenta la alternativa de usar una bolsa de polipropileno reciclable para almacenar los materiales reciclables y una de polietileno, de color diferente, para los desechos húmedos, llevando a cabo la recolección simultánea en camiones con dos compartimentos, hasta tres veces por semana. Para efectos de control puede convenir más que ambas bolsas sean transparentes.

Cambiar la recolección diaria de basura mezclada a sólo dos tres días a la semana, como máximo de recolección de basura húmeda.

Iniciar la recolección de materiales reciclables, un día a la semana.

Iniciar la recolección de residuos de jardinería, un día al mes.

Iniciar la recolección de residuos de residuos tóxicos y peligrosos, un día al trimestre.

Establecer rutas fijas y horarios aproximados de recolección, usando modelos computarizados del sistema de recolección, para mejorar la eficiencia.

Evaluar la conveniencia de privatizar el servicio de residuos sólidos. En una primera etapa, se considera conveniente desincorporar la recolección de los residuos institucionales y comerciales.

En los últimos años, una gran cantidad de nuevos vehículos de recolección de materiales reciclables han entrado al mercado, para responder a la demanda de sistemas más eficientes de recolección a nivel de banqueta. Los vehículos compartimentados permitan seleccionar al borde de la calle mientras un sistema con divisiones removibles permite el almacenamiento separado de envases en general y de productos de papel (generalmente sólo papel periódico).

También se han desarrollado vehículos nuevos y mejorados para la recolección exclusiva de materiales reciclables domiciliarios, para hojas y residuos de jardinería y para funcionar como centros de acopio móviles. Se han logrado avances en el diseño de camiones de recolección automáticos o semiautomáticos que pueden vaciar directamente los contenedores domiciliarios especiales en el compactador lateral, o que cuentan con un sistema hidráulico trasero hasta el cual se llevan manualmente los contenedores para ser vaciados.

Los camiones compactadores rotatorios son usados en Europa Occidental, así como en Centro y Sudamérica, pues funcionan bien para calles estrechas y callejones. También pueden incorporárseles un sistema para vaciar contenedores especiales en la parte trasera del camión. La empresa alemana Otto ofrece una línea completa de este tipo de camiones y la empresa Schaefer toda clase de contenedores domiciliarios, comerciales y para áreas públicas. Los camiones anteriores se usan en Europa para recolectar reciclables de los “contenedores verdes”, sistemas de acopio de unidades habitacionales, en que los consumidores depositan papel, envases y plásticos de desecho. La suavidad con la que el tornillo compacta y descarga los residuos, unido a la presencia de papel de desecho mezclado con los envases reciclables, ayuda a mantener la ruptura de botellas de vidrio dentro de un límite aceptable. Varios fabricantes de vehículos de recolección de residuos están considerando incluir a bordo del camión, sistemas de compactación de los plásticos, a medida que más comunidades añaden plásticos a sus sistemas de recolección de reciclables. La empresa WMI está ensayando ya un sistema piloto de densificador de plásticos a bordo del camión.

Las empresas Lodal, Multitek y otras han desarrollado sistemas de densificación de almacenamiento especial, de trituración y de perforación y aplastamiento de plásticos en sus camiones.

La recolección de reciclables en bolsas especiales y de desechos mixtos en bolsa distintas, representan un nuevo enfoque. En Rochester, MN EUA, está probándose el programa “Bolsa Reciclable” junto con la planta incineradora recientemente inaugurada. El proyecto, manejo por la empresa Materials Recovery & Recycling Corp., involucra estudiar el concepto de la bolsa en 1 300 hogares. Los residentes utilizarán una bolsa reciclable de polipropileno, de color amarillo, que tiene un cordón para atarse y que es producida por la empresa Exxon. La bolsa se usará una sola vez y después se reciclará. Otros sistemas parecidos están desarrollándose en Pittsburgh, PA, entre la empresa recolectora de residuos Browning-Ferris Industries y la fabricante de bolsas de PP, First Brands Corp. así como el Largo, FL, Plastics Recovery Inc. está promoviendo el uso de la bolsa polipropileno denominada “Cycle Sac”. El condado de Harford, MA, está operando ya un programa de recolección simultáneo de bolsa para reciclables y bolsas para otros desechos.

Los programas anteriores son aún muy recientes para determinar su costo de operación y, sobre todo, si efectivamente se traducen en una transferencia adecuada de reciclables, especialmente de envases de vidrio en condiciones aceptables. El principal atractivo de este enfoque es la capacidad de combinar materiales reciclables y desechos mixtos en una misma ruta de camión evitando la creación de nuevos servicios.

Los vehículos usados actualmente pueden ser utilizados sin problemas para recolectar residuos de jardinería. Las mejoras que se han diseñado para esta aplicación en camiones con sistema de vacío (absorción) incluyen cajas receptoras de mayor capacidad, sistemas de vacío de alta potencia y mangueras de succión con mayor facilidad de manejo. Estos camiones son muy útiles para recolectar hojas, pastos y pequeñas ramas, cuando estos residuos están sueltos. Si los residuos se presentan embolsados, es preferible utilizar camiones empacadores convencionales, un trailer abierto jalado por el camión o aún camiones de volteo normales. En este caso, es preferible utilizar bolsas biodegradables (de papel), en lugar de bolsas de plástico.

Para uso en centro de acopio se ha diseñado nuevas formas y tamaños de contenedores rodantes de tipo multipropósito y compartimentalizados. En Europa se utilizan iglúes y contenedores especializados por material. En general éstos son recolectados por un camión de volteo con un dispositivo de grúa para levantarlos y vaciarlos. En Brasil han empezado a utilizar contenedores públicos muy atractivos, que actúan como imanes sociales en unidades multifamiliares y centros de reunión.

El mercado esta siendo inundado con contenedores y botes para basura, para reciclables y para producción domiciliar de composta, muchos de los cuales están fabricándose con plásticos reciclados. Son apilables, con o sin tapa, de 10 gal, 20 gal y aún de tamaños mayores. Pueden presentarse de forma individual o en parejas, o con o sin ruedas, sobre bases rodantes y se ofrecen una gran variedad de colores y con la posibilidad de imprimirles logotipos y símbolos de reciclaje. En Toronto Canadá ; en Manila, Filipinas y en algunas comunidades de EUA, la recolección de los materiales domiciliarios reciclables se hace mediante el uso de rejillas o cajas de plástico especializadas. El programa de Toronto se denomina “Blue Box”, por el color de la rejilla de recolección.

### **Procesamiento de residuos de jardinería**

El propósito de procesar residuos de jardín domiciliar y de parques y camellones públicos – de manera separada de los residuos reciclables, así como el resto de la basura domiciliar y comercial—tiene el fin de producir composta y/o “cubierta retenedora de humedad” de alta calidad. Otro objetivo importante es evitar que estos desechos—que ocupan volúmenes importantes—lleguen a los rellenos sanitarios y utilicen un espacio valioso de disposición final de los RSM. Generalmente, tanto la composta como las astillas y la viruta que forman las cubiertas pueden ser comercializadas y/o utilizadas por la misma municipalidad para áreas públicas

Si las hojas, el pasto y las ramas chicas se recogen separadamente del resto de los RSM, el costo de procesarlo es significativamente menor(y la tecnología significativamente más simple) que cuando hay que separarlos a partir de desechos mezclados.

Una alternativa sencilla, barata y muy eficiente para reducir la cantidad de residuos de jardinería que ingresan al flujo diario de los RSM, es mediante la producción domiciliar de composta. Existen en el mercado gran cantidad de sistemas para generar composta en pequeña escala, que varían en costo desde \$ 30 USD hasta \$ 100 USD. Para que la ciudadanía participe en estas acciones es necesario llevar a cabo una intensa promoción de estos sistemas así como establecer programas municipales de motivación y capacitación social.

Los principales equipos requeridos para la producción municipal de composta, a partir de residuos de jardinería, son: trituradores, trascavos, removedores para aereación, mallas de separación y encostadoras. Uno de los principales problemas encontrados en los sistemas municipales de producción de composta es la presencia de bolsas de plástico. Existen ya nuevos equipos, que incorporan mallas y sistemas especiales para revolver el producto en fermentación, que permitan remover eficientemente las bolsas especiales de papel biodegradable, que se descomponen a la misma velocidad que las hojas y el pasto.

Las ramas de árbol de tamaños medianos y grande, así como troncos pequeños, pueden ser procesados en trituradores de tina para producir cubiertas de retención de la humedad en macetas y jardineras, con la pedacería las astillas y la viruta de madera que sale del triturador. Los tocones de árbol, que son objetos especialmente difíciles de procesar, pueden ahora ser partidos en su lugar y sacados con todo y raíces mediante un nuevo equipo que ofrece la empresa Recyclig Systems Inc.

### **Procesamiento de residuos mezclados**

Los objetivos de estas tecnologías son la recuperación de materiales reciclables la producción de composta y/o la producción de combustibles.

Un sistema típico de procesamiento inicial permite separar los RSM mediante una combinación de sistemas manuales y automáticos y mediante el uso de bandas transportadoras, electroimanes, mallas giratorias, trituradores separadores por densidad y por chorro de aire, etcétera. En estas plantas se recuperan materiales orgánicos y degradables como el papel combustible como los plásticos, no combustibles como metales o vidrio y desechos finales que requieren disposición en rellenos sanitarios.

Existen diversos proveedores de los sistemas anteriores con enfoque y tecnologías distintas, según el objetivo principal que se desea alcanzarse. Para diseño y construcción de una planta de esta naturaleza es conveniente contar con la participación de una empresa de consultoría e ingeniería.

El sistema de la empresa americana ORFA utiliza un tratamiento con ozono para la estabilización y desinfección biológica del flujo de fibras separadas del resto de la basura. La tecnología del sistema de separación de la compañía Italiana Sorain-checcini incluye un sistema de recuperación y lavado de plástico así como una unidad de granulación que puede producir pellets para ser reutilizados. Bioneer ofrece una tecnología de gasificación de la madera. Dano fabrica un reactor que produce composta básica, 24 horas después de haber sido alimentado con el insumo orgánico.

Otra forma de aprovechar la fracción compostable de los RSM es convertirla en combustible para calderas bajo la forma de borra suelta o densificada en forma de pellet. La principal empresa comercializadora de un proceso de esta naturaleza es Buhler-Miag de Suiza. En Bombay India, las autoridades municipales, junto con la empresa Fuepros de Mysore han diseñado y construido una planta piloto, con capacidad de 100 ton por día, para la producción de pellets de combustible derivado de la fracción fibrosa de los RSM.

Con el fin de lograr un elemento combustible que tenga un poder calorífico igual al cartón, la planta instalada en el tiradero a cielo abierto de las afueras de Bombay utiliza hasta 30 % de bagazo agrícola (caña, maíz, cáscara de arroz, etcétera) en la fabricación de los pellets.

La empresa belga Biomat ha desarrollado un sistema para convertir ramas del árbol y leña en elementos combustibles para asadores y calentadores. Las ramas son trituradas y molidas y el producto es homogeneizado, secado y pasado por una extrusora para producir barras densificadas de “madera”. El sistema puede producir hasta 1.2 ton/hr de barras combustible s tiene un costo aproximadamente \$ 25 millones de USD. El costo de producción es de \$ 45 USD/ton, aproximadamente y el poder calorífico de las barras es de 4 800 Kcal/Kg. Un combustible equivalente tendría un precio de \$ 100 USD/ton.

La empresa brasileña Mohrbah tiene sistemas equivalentes para producir elementos de combustible con poderes caloríficos que van desde 2 300 hasta 5 100 Kcal/Kg, utilizando toda clase de residuos celulósicos (cáscaras de algodón, café uva, borra, restos de papel, aserrín, pasto henequén, polvo de tabaco y otros).

Otro enfoque al procesamiento de la fracción orgánica es el llevado a cabo por la empresa francesa Valorga Process, a base de digestión anaeróbica. El sistema incluye una unidad de selección, una de metanización y una refinación. Puede también incorporarse una línea semiautomática de reciclaje y una unidad de incineración. El objetivo principal del sistema de producción de boigás en la unidad de metanización mediante la fermentación anaeróbica de la materia biodegradable. El residuo de esta etapa se refina y se convierte en un mejorador de suelos de alta calidad (super composta)

La típica planta, en Amiens, Francia, procesa 60 000 ton/año de RSM, en tres digestores de 2 400 m<sup>3</sup> c/u . De acuerdo con la composición promedio de los residuos sólidos de Amiens, la planta esta produciendo 13.2 % de vidrio y otros materiales inertes, 2.7 % de metales; 25.5 de materiales combustibles (plásticos principalmente); 13.2 % de biogás (del cual 54 % es metano) y 29.1 % de mejorador de suelos. La inversión requerida para una planta de este tipo es de aproximadamente \$ 40 millones de USD.

### **Procesamiento de los materiales reciclables**

Por lo común, la separación inicial se realiza en los hogares y pueden incluir la preparación del papel en legajos, la eliminación de las tapas de las botellas y el lavado o enjuagado de botellas y latas. Los materiales reciclables- mezclados entre sí pero separados del resto de la basura—se entregan al servicio de recolección, el cual los transporta a una planta de procesamiento de materiales (PRM):

Otra forma importante de recolectar los materiales reciclables es en centros de acopio y mediante equipamientos especiales en vías públicas y estacionamientos. Existe una gran variedad de este tipo de equipos y sistemas de apoyo que contribuyen a fomentar el reciclaje. En el caso de latas, cabe señalar los siguientes puntos:

Desde 1980, en Inglaterra, se puso en operación el sistema Save-a-Can , patrocinado por los fabricantes de todo tipo de latas metálica. El sistema provee gratuitamente de contenedores de recolección a las autoridades locales, las cuales los ubican en lugares públicos apropiados recogen las latas recabadas y las

entregan a la industria recicladora. Los fabricantes de latas dan un donativo a organismos de caridad por cada tonelada recolectada. La eficiencia del sistema se mejora separando los materiales recolectados en acero de alto grado, hojalatas y aluminio.

La empresa inglesa East Anglian metal Co, opera un sistema denominado Can-paign, mediante el cual compra latas de aluminio a un precio fijo garantizado. La recolección está organizada fundamentalmente por grupos locales, especialmente instituciones caritativas.

El compactador Can-oMat –fabricado por Aluminium Recycling Products Inc (ARP)- fue diseñado para simplificar el procesamiento de la cantidad cada día mayor de latas de aluminio y hojalata. El compactador tiene la ventaja de reducir el espacio necesario para el almacenamiento, así como los costos de transporte de las latas. Se trata de una unidad móvil que puede ser ubicada en supermercados centros de reunión escuelas, hospitales y lugares públicos. La máquina puede contar con accesorios adicionales, tales como un analizador de metales acoplado a mecanismos para devolver dinero al consumidor. Puede procesar entre 50 y 80 latas por minuto.

Un desarrollo que cada día está teniendo más éxito son las máquinas traga monedas a la inversa, es decir, sistemas que devuelvan dinero por cada dos latas de aluminio que se insertan en orificios especiales. En EUA, están instalándose en los estacionamientos de supermercados y centros comerciales. Se utiliza una carga eléctrica para medir la conductividad de las latas y clasificarlas. Las latas bimetálicas son rechazadas y se solicita al consumidor que las deposite en una abertura distinta. Las latas son perforadas y aplastadas por una aplanadora y depositada en un contenedor en la parte trasera de la máquina. Los vales que emite la máquina pueden ser cobrados o acreditados por mercancía en las tiendas en las que funcionan estas máquinas.

Una planta de recuperación de materiales (PRM) es una instalación de procesamiento que recibe un flujo de materiales reciclables que han sido separados de los RSM. Cada día se instalan más PRM en el mundo entero, orientadas fundamentalmente al procesamiento de los materiales reciclables domiciliarios. Algunas de estas plantas pueden aceptar residuos reciclables de comercios instituciones y de centros de acopio.

El proceso específico que se usa en la PRM depende, en gran medida, de los requisitos de los mercados de los materiales recuperados. Por esta razón, las PRM difieren entre sí. En general, funcionan mediante una combinación de selección mecánica y manual para separar los materiales mezclados en mercancías comercializables.

Las grandes empresas privadas de recolección y disposición de la basura, como la Waste Management Inc. (WMI) o la Browning Ferris Industries, de EUA, la Laidlaw, de Inglaterra y Canadá, han empezado a diseñar construir y operar sus propias PRMs, ingresando de manera agresiva al negocio de reciclaje en los últimos años. Como porcentaje de la totalidad de sus actividades, el reciclaje es una componente menor de las funciones de WMI, aunque, dados sus volúmenes de operación, WMI debe ser considerada como una de las empresas recicladoras más grandes del mundo. El proyecto estrella de WMI se encuentra en San José, CA

Un tipo especializado de PRM fue desarrollado por la empresa CRInc de Des Moines, IA y mejorado y ampliado por la New England CRInc. La existencia de legislación sobre depósito de envase para bebidas en varios estados de la Unión Americana permitió abrir una nueva oportunidad de negocios. CRInc desarrolló una metodología y sistemas operativos para recolectar, procesar, comercializar e instrumentar sistemas de contabilidad y control para el manejo de latas y botellas vacías devueltas por los consumidores. Solamente en Massachusetts, el programa le da servicio a más de 5 000 comercios. Uno de los sistemas de mayor automatización para el procesamiento de materiales reciclables totalmente mezclados, como los que se obtienen en los “contenedores verdes” de Alemania, es el diseñado por Maschinenfabrik Beznar.

### **Conversión de basura en energía**

A pesar de que hace algunos años empezó a ponerse de moda la construcción de plantas de incineración con recuperación de energía contenidas en los desechos quemados, una combinación de factores influyó para reducir el interés en la construcción de estas plantas en los años más recientes. En primer lugar, estas instalaciones deben pasar por un largo proceso de desarrollo y luchar contra grupos activos de los diversos movimientos ecologistas, que se oponen radicalmente a su construcción.

Poder calorífico de algunos materiales combustibles

Basura domiciliar	8 330 BTU/Kg
Papel y cartón	1 2960 BTU/Kg
Polietileno	36 850 BTU/Kg
Diesel	38 780 BTU/Kg

Debido a esto, muchas plantas han sufrido retrasos considerables y otras han sido simplemente canceladas. En segundo lugar, muchas comunidades han archivado sus planes de contar con mecanismos de producción de energía a partir de los RSM, por la fuerte oposición de vecinos respecto de los lugares de ubicación propuestos para la planta; debido a temores de involucrarse en un proyecto de alta inversión; por querer considerar primeramente el camino del reciclaje; o simplemente debido a falta de decisión política.

Sin embargo, siguen construyéndose plantas cada vez más eficientes. En EUA la empresa Ogden se ha convertido en el líder de los contratistas de este tipo de instalación, con 11 plantas ya operando y ocho más en construcción. Westinghouse Wheelabrator Foster Wheeler y American Ref-Fuel son las otras empresas más importantes en este campo. En Europa, una de las empresas líder es Asea Brown Boveri de Suiza. Un proceso eficiente y menos costoso es el diseño por Gamesa de España.

Las plantas de conversión de basura en energía más reciente están demostrando poseer un alto nivel de confiabilidad y de desempeño ambiental. El uso de sistemas de lavado de gases y de filtros de bolsa especiales han contribuido a reducir drásticamente las emisiones contaminantes. Adicionalmente, se encuentra en pleno desarrollo la tecnología de monitoreo continuo de emisiones, con lo que podrá garantizarse la máxima seguridad posible para operar este tipo de planta. Como ejemplo del nivel de emisiones a que se ha llegado hoy en día, la tabla adjunta muestra un análisis de la situación imperante en la planta de incineración de Monthey, Suiza.

La empresa brasileña Termoquip ofrece una gran variedad de sistemas relacionados con la incineración de residuos industriales y hospitalarios, así como gasificadores de leña, incluyendo trituradores de la madera.

Un área que también ha recibido mucha atención por parte de la industria es la correspondiente al uso y/o disposición segura de la cenizas resultantes de la incineración las cuales sólo ocupan el 10% del volumen de la basura usada como combustible. El espacio para relleno sanitario es caro y cada día hay menos, por que la investigación sobre usos benéficos de las cenizas se incrementará en el futuro cercano.

Cuadro 1

Emisiones de contaminantes atmosféricos . Planta de incineración RSM.

Con recuperación de energía. Monthey, Suiza

Capacidad 90, 000 Ton/año de RSM

Generación de electricidad: 7 Mwatt

Tipo de Contaminante (mg/m3)	valor Garantizado de diseño	Reglamento calidad aire 1985	Reglamento calidad aire 1992	valor real medido (mayo 1991)
Polvos	9	50	10	2
Mercurio	0.08	0.1	0.1	0.04
Cadmio	0.07	0.1	0.1	<0.01
Plomo y zinc	2	5	1	0.1
Acido clorohídrico	15	30	20	5
Acido fluorhídrico	1	5	2	<0.5
Oxido de azufre	30	500	50	5

**Reciclaje de materiales para envases y embalajes**

Actualmente existe una lucha intensa en el mercado de envases para bebidas y alimentos entre los proveedores de sistemas a base de hojalata, aluminio, vidrio, PET y laminados de papel/PE/aluminio, principalmente. El uso de los diversos tipos de envases no están normalizados, afortunadamente, por lo

que diferentes países, culturas y costumbres, tienden a favorecer diversos tipos de material. En algunos lugares se ha prohibido el uso de ciertos materiales y en otros están imponiéndose mecanismos de depósito y de retornabilidad de los envases; en la mayoría no se ha hecho aún nada al respecto.

#### Tecnologías de reciclaje de materiales para Envases

- Reciclaje de materiales metálicos .
- Reciclaje de envases de vidrio
- Reciclaje de papel y cartón
- Reciclaje de plásticos.

### Reciclaje de materiales metálicos

En esta sección se analiza el reciclaje no solamente de latas, sino también de la chatarra, por presentar procesos semejantes para ambos tipos de subproductos.

- a) *Reciclaje de chatarra.* Los sectores de la chatarra ferrosa y no ferrosa juegan un papel importante en la generación de empleos y en del desarrollo industrial. De acuerdo con cifras de Asociación Británica de Metales Secundarios 42% del cobre, 21 % del aluminio, 65% del plomo y 23 % del zinc que se consume en Gran Bretaña, proviene de la chatarra.

Existen tres categorías de chatarra: circulante, de proceso y desecho. La chatarra circulante se origina durante la etapa de fabricación del acero; es fácilmente cuantificable, identificable y recuperable. La chatarra de proceso se origina durante la fabricación de productos de acero al carbón, acero inoxidable y hojalata y consiste básicamente en recortes y piezas rechazadas. La chatarra de desecho proviene de la recolección de productos metálicos descartados y se originan en dos fuentes principales: bienes de capital y bienes de consumo. Entre estos últimos, los botes sanitarios para alimentos representan una las principales componentes.

En la Comunidad Europea los principales consumidores de chatarra metálica son Alemania Federal, Italia, España, Reino Unido y Francia. Italia y España son importadores netos de chatarra, mientras que Inglaterra, Alemania y Francia son los principales exportadores. De los países en vías de desarrollo destacan como grandes importadores Turquía, India y México.

El US Bureau of mines han desarrollado un método para seleccionar la chatarra. Ha sido probado en muestras de acero inoxidable, acero superaleado y chatarra de superaleación. El uso combinado de un separador termoelectrico portátil manual permite separar una mezcla típica de chatarra metálica de alto valor al cabo de dos o tres etapas. Cuando se efectúan pruebas puntuales de tipo químico pueden requerirse hasta siete u ocho etapas para lograr la misma separación

El proceso AOD (Argon oxygen Decarburisation), Introducido en Inglaterra en la década de los años 70s aunado a una mayor disponibilidad de chatarra, permitió a los productores de acero inoxidable británicos utilizar hasta un 70 por ciento. El mercado de la chatarra – al igual que el de otros subproductos—es volátil, por lo que la Federación Británica de la Chatarra ha señalado ha señalado el deseo de fijar , junto con los consumidores, un mecanismo de control de precios que permitan equilibrar los picos y valles en los precios de los metales secundarios.

El laboratorio de Warren Spring de Inglaterra, ha diseñado un sistema de recuperación—a escala industrial y con un alto grado de eficiencia – de concentrados no ferrosos provenientes de fragmentadores finos de desechos. Hasta el presente, el método adoptado por la mayoría de los procesadores para seleccionar este tipo de residuo es mediante la separación manual en bandas transportadoras. Otros procesos, como la separación lineal y por fricción, a menudo resultan muy costosos en términos de equipamiento, energía y mantenimiento.

El grupo Bird, del Reino Unido, en 1986 inició la operación de la primera planta mundial totalmente integrada para la recuperación, separación y reciclaje de chatarra no ferrosa, con una inversión de \$2 millones. La instalación de recuperación de metales finos tiene suficiente capacidad para manejar la totalidad de la generación británica de finos trituración y de chatarra no ferrosa mixta de tamaño pequeño (2 a 25 mm de diámetro)

La empresa inglesa rutherford Light Alloy ha desarrollado técnicas para recuperar y separar metales no ferrosos a partir de residuo de fragmentadores, mediante métodos de separación en seco. El proceso es más barato de operar que cuando se utilizan separadores húmedos (que además son costosos y complicados), puesto que utilizan aire en lugar de agua y arena barata en lugar de ferro-silicio. Adicionalmente, el separador Sandflo utiliza técnicas de lecho fluidizado. El proceso se está comercializando mundialmente por conducto del British Technology Group.

b) *Desestañado de la hojalata.* La empresa británica Vulcan Material arrancó en Hartlepoll, en 1986, la operación de una planta de desestañado de hojalata, que es considerada mundialmente como una innovación tecnológica trascendente. La planta representa el primer método comercial para procesar botes de hojalata postconsumidor. La instalación tiene una capacidad para manejar 240 millones de latas, o aproximadamente 1 500 toneladas por año. Las latas son lavadas, separadas, trituradas y desestañadas. Al operar a plena capacidad, la producirá 12 700 toneladas de perlas o gránulos (“pellets”) de acero de bajo residuo. La municipalidad de Mancheter estableció un convenio con Vulcan mediante el cual esta empresa provee a los centros de acopio y estaciones de transferencia de la basura municipal con equipos de extracción magnética y compra de todos los residuos de botes de hojalata recuperados, para desestañarlos. El proceso requiere que las latas estén sueltas cuando son alimentadas al reactor de tratamiento, por lo que no deben de ser densificadas o empacadas fuertemente en el punto de recolección. Si las latas se trituran en la fuente, se resuelve este posible problema. El desestañado se facilita y los costos se reducen si la planta se ubica cerca de los centros poblacionales de acopio de materiales reciclables e instalaciones de selección de los RSM.

c) *Procesos biotecnológicos* Actualmente se encuentra en desarrollo un proceso de fermentación industrial que puede convertirse en un método de recuperación de desechos metálicos a partir de efluentes industriales. El proceso Malima, de la Universidad de Swansea, funciona 10 veces más rápido que los fermentadores tradicionales y ya se utiliza en el tratamiento de residuos agrícolas y de la industria de procesamiento de alimentos.

d) *Reciclajes de envases metálicos.* De entre los varios tipos de contenedores para alimentos y bebidas que existen en el mundo, las latas pueden ser recicladas con ahorros considerables en los costos de la energía. Con el propósito de facilitar el reciclaje, la industria de algunos países ha establecido sistemas de recolección usando contenedores especiales. El pago parece ser factor crítico. En Alemania Federal se pagan 3 Pfennigs por un bote de aluminio y de 1 a 3 pfennigs por un bote de hojalata. La empresa Returpack, de Suecia, paga de 1 a 2 centavos por lata, respectivamente, a las cervecerías y a las tiendas detallistas.

En Inglaterra, la gran variedad de metales usados en la manufactura de las latas para bebidas hace que el reciclaje sea difícil. Actualmente, 75 5 de las latas para cerveza son biometálicas (cuerpo de hojalata con tapas de aluminio). Se tiende a usar el aluminio cada vez en mayor cantidad. En EUA y Suecia la inmensa mayoría de las latas para bebida (refresco y cerveza) están echas totalmente de aluminio.

La compañía siderúrgica italiana Nuova Italsider ha iniciado una campaña en apoyo de los botes de acero, en contra de los de aluminio. La empresa está volviendo a producir el llamado “acero libre se estaño”, junto con otros laminados con bajo contenido de estaño, señalando que los botes hechos con estos tipos de lámina cuesta aproximadamente 15% menos que los de aluminio y usan 10 % menos energía en su producción.

En la manufactura de envases metálicos para bebidas, las ventajas de reciclar un solo tipo de material homogéneo son evidentes, por lo que a menudo la industria puede permitirse la posibilidad de ofrecer un pequeño pago por latas devueltas, con el propósito de estimular la recolección. En EUA, por ejemplo, se recolectan anualmente más de 35 mil millones de latas, lo cual se traduce en una tasa de reciclaje de 50 por ciento. Adicionalmente, de este esfuerzo resulta la donación de \$ 200 millones de USD para la beneficencia, utilizados para mejorar problemas ambientales, para la investigación médica y para otras buenas causas. Adicionalmente se da empleo a 30 mil personas y se ahorra suficiente energía como para cubrir necesidades de 10 millones de habitantes.

El grupo Bird de Inglaterra desarrolló un procesador con motor lineal para separar el aluminio a partir de chatarra no ferrosa mixta. El proceso, además de encontrarse en operación en el Reino Unido, se lleva a cabo en Alemania, Italia y Japón. La técnica puede aplicarse virtualmente a cualquier proceso que requiera separa aluminio de otros materiales y ha demostrado ser útil para remover tapas y anillos de seguridad de botellas de vidrio que han sido molidas. La empresa Euro-Recycling Co. Es el agente autorizado para el licenciamiento internacional del separador lineal.

La empresa Vulcan de Llanelli es la compañía desestañadora mayor de Europa. Utiliza recortes industriales, así como 15 mil toneladas por año de botes de hojalata desechados. Tiene como meta adicional procesar otras 55 mil ton por año. El sistema Save-a-Can provee a Vulcano de aproximadamente 1 000 toneladas por año, por lo que la empresa considera que éste es principalmente un ejercicio educativo, que irá desapareciendo poco a poco y que es preferible cooperar con las autoridades locales encargadas de la disposición de la basura domiciliaria mediante el establecimiento de sistemas de separación magnética en las estaciones de transferencia a la central de las plantas de incineración y en los rellenos sanitarios.

e) *Desarrollo británico en el reciclaje de latas metálicas.* British Alcan Aluminum está realizando una inversión de f 25 millones para instalar una planta de reciclaje de 50 000 toneladas por año de latas de aluminio, como una aplicación de su fábrica en Warrington. La compañía también ha construido una segunda planta de 50 000 ton/año en EUA.

Las latas que han sido desestañadas no presentan problema alguno para ser recicladas en los altos hornos. Sin embargo, los botes que se recuperan de incineradores si presentan un problema, puesto que por altas temperaturas el contenido de estaño forma una aleación inseparable del acero. Los investigadores en hojalata de la British Steel Corporation, de Port Talbot, han encontrado que, mediante un monitoreo estricto del proceso de fabricación del acero, si es posible utilizar chatarra de latas provenientes de un incinerador, como insumo en un alto horno. Puede usarse este tipo de chatarra hasta en un 2 % de la carga metálica bruta de un horno, sin afectar negativamente el producto final. Actualmente está usándose un promedio mensual de 2 000 a 3 000 ton. teniendo como meta para el 1992 procesar 100 000 ton anuales; es decir, 2 000 millones de latas.

El nuevo el nuevo proceso de Vulcano produce beneficios muy significativos: en primer lugar, gracias a la recuperación de por lo menos 85% de la fracción ferrosa; en segundo, al convertir el material recuperado en chatarra ferrosa y en estaño de alta calidad. Las plantas de preparación y desestañado pueden ser instaladas en cualquier lugar en que haya suficiente disponibilidad de materia prima.

A luz de este desarrollo, las autoridades locales están tratando de garantizar una provisión adecuada de latas a las plantas británicas de desestañado de la Vulcano, operando separadores magnéticos en todas las instalaciones relacionadas con la disposición de la basura, siempre y cuando esto resulte económicamente viable. Asimismo, están decididas a cooperar en el desarrollo de plantas desestañadoras adicionales, en aquellas localidades en las que la separación magnética garantice una adecuada provisión de latas como productos de las operaciones de disposición de la basura y que la operación total resulte económicamente viable. El proceso de recuperación de estaño de la AMG depende de dos tecnologías diferentes. Las latas extraídas magnéticamente del flujo de desechos deben ser preacondicionadas, haciendo las trizas con el fin de promover un insumo apropiado para el desestañado. El sistema Cluter para la Preparación de Latas Usadas separa diversos contaminantes como tierra papel, metales y aluminio, mediante chorros de aire y electroimanes. Como resultado, se produce una "perla" densa (pellet), ideal para ser desestañada mediante un proceso electrolítico modificado. El sistema puede aceptar latas de cualquier tipo o fuente. Una unidad modular puede procesar más de 2 ton de metal por hora, produciendo perlas para desestañado. Puede añadirse módulos adicionales para incrementar la producción.

- f) *Desarrollos alemanes en el reciclaje de latas metálicas.* Los productores de acero de Alemania Federal han establecido un programa de reciclaje conjunto con los comerciantes de chatarra y los fabricantes de latas. En 1987 ya se reciclaba 58% de los desechos de hojalata y se recuperaba 51% de las latas usadas. De entre las compañías comercializadoras de chatarra destacan la Thyssen Sonneberg GmbH y la Celler & Ferrum, las cuales manejan el 50 % de la chatarra en Alemania. Un proyecto conjunto con el gobierno de Saarland, prevé la recuperación de chatarra ferrosa con un contenido de hierro entre 70 y 90 por ciento. El electroimán y la trituradora instalados con la planta incineradora, tiene un costo de aproximadamente f 1.8 millones.
- g) *Desarrollo suecos en el reciclaje de latas metálicas.* Con el fin de fomentar la recuperación de contenedores metálicos, en 1984 Suecia introdujo la obligación de un depósito de 5¢ por cada lata. En 1986, el depósito se incrementó a 15¢ y, a partir de 1987, la tasa de reciclaje alcanzó 77.5 por ciento.
- h) *Desarrollo del reciclaje de latas en la República de Irlanda.* La República de Irlanda eliminará el uso de latas para cerveza, sidra, vino y toda clase de bebidas, excepto refrescos, en los siguientes dos años, en un esfuerzo por alcanzar la Directriz para Contenedores de bebidas de la comunidad Europea (85/339/EEC, 1985).

## Reciclaje de envases de vidrio

El vidrio puede ser reciclado ya sea como pedacería (cullet) o como botellas enteras. El uso de pedacería en la fabricación del vidrio sustituye eficazmente el uso de materias primas vírgenes. Puede lograrse también una reducción de combustible equivalente a 100 litros de petróleo por tonelada de vidrio. Este ahorro de energía se compensa, en cierta medida, con el costo de energía asociado con el transporte de la pedacería de vidrio hasta la planta manufacturera.

En muchos países industrializados la población ya está condicionada a percibir el valor del reciclar la pedacería de vidrio. Las ventajas de esto se promueve de muy diversas maneras. En el Reino Unido, la Confederación Británica de Fabricantes de Vidrio esta llevando a cabo una gran cantidad de iniciativas, de entre las que destacan las siguientes.

- Garantizar un precio determinado para pedacería separadas por colores.
- Operar y mantener una red nacional de contenedores públicos para recepción de botellas (denominados banco de botellas)
- Ofrecer asistencia técnica a empresas embotelladoras, comercializadoras y otras, en la implantación de nuevos programas nacionales de publicidad.
- Usar ---de acuerdo con las empresas y los comerciantes al detalle—un símbolo específico para el reciclaje del vidrio en los productos envasados en vidrio no retornable, y así como en los materiales promocionales.
- Establecer- junto con el gobierno nacional y las autoridades locales – proyectos de demostración para educar al público y evaluar el impacto de la recolección de botellas y de pedacería.
- Ofrecer servicios de información gratuitos a asociaciones y empresas, sobre todos los aspectos del reciclaje del vidrio, incluyendo la operación del sistema de “bancos de botellas”
- Recabar y publicar estadísticas comparativas sobre el programa nacional de reciclaje del vidrio.

De entre los países europeos que tienen las mayores tasa de recuperación de botellas de vidrio destacan Holanda(55%) y Alemania (40%); mientras que Irlanda (12%) y el Reino Unido (18%) tiene la menor tasa de recuperación. La CE ha estimado que, para lograr una eficiencia máxima debe instalarse un banco de botellas por cada 2 000 personas. La República Federal Alemana ya ha alcanzado dicho nivel, mientras que en Inglaterra sólo se tiene un banco por cada 10 000 personas.

En Holanda y Alemania algunas autoridades locales han establecido ordenanzas prohibiendo la inclusión de botellas de vidrio en la basura domiciliar. Otras han introducido cargos directos a la población sobre la cantidad de desechos producidos con lo cual se promueve la no inclusión de la botellas pesadas entre los desechos y se fomenta que está se lleven a los bancos de botellas.

A pesar que las plantas de reciclaje modernas son capaces de detectar y rechazar las formas más comunes de contaminación en la pedacería, existen algunos materiales que deben ser separados desde su origen. Estos incluyen las cerámica y ciertos tipos de tapas y hojas metálicas, todos los cuales pueden causar daño graves y duraderos a los hornos de vidrio.

El vidrio debe ser separado por colores (transparente, ámbar y verde) antes de ser reciclado. Recientemente se logrado un desarrollo tecnológico, por conducto del cual, a una botella transparente puede dársele cualquier color deseado mediante el rociado de una capa plástica. Este es el camino para evitar en el futuro los problemas de mezcla de colores en el reciclaje del vidrio. La capa plástica se quema y evapora en el horno y, supuestamente, no contamina el proceso de fabricación del vidrio.

a) Reutilización y reciclaje de botellas entera. La industria del vidrio en el Reino Unido provee de aproximadamente 800 millones de botellas retornables nuevas cada año, para emplazar el inventario de botellas de leche, refresco, cerveza y sidra. Esta industria señala que continuará ofreciendo estos envases a sus clientes, de conformidad con la demanda, y que revisará y actualizará tanto los diseños estándar como los que son propiedad de sus clientes, en la medida en que esto se vaya requiriendo.

Una botella rellenable necesita, en promedio, 40 % más de vidrio que una botella comparable no rellenable. También requiere energía adicional para ser producida. Pero, cuando retorna para ser rellenada, se tiene una situación altamente eficiente en el uso de los recursos. En el Reino Unido se utilizan las botellas rellenables para situaciones en las que la tasa de retorno es suficientemente elevada como para justificar los materiales y la energía extra usados en su fabricación. En este caso se encuentran la lecha entregada a domicilio y la cerveza embotellada para restaurantes y lugares públicos.

El código de operación de la Sociedad de Empresas Cerveceras recomienda el uso de un símbolo estándar o de una leyenda apropiada sobre sus botellas de vidrio retornables, con el propósito de fomentar una mayor recirculación de las mismas. La industria refresquera también usa un símbolo

especial sobre todos los envases estándar para venta directa a los consumidores. Ambas industrias inducen a sus miembros a utilizar los símbolos en las situaciones aplicables.

En años recientes, Francia ha registrado incremento significativos en las ventas de envases de vidrio. Un estudio de mercado realizado por la industria francesa del vidrio sugiere que estos contenedores, cuyo precio ha bajado 20% en cinco años, pueden continuar haciéndole frente a los envases de plástico. La industria ha invertido hasta 8% de sus ventas anuales de la última década en investigación y la productividad se ha incrementado en 6% anualmente.

La principal dificultad para recolectar y reutilizar botellas enteras se encuentran en la falta de estandarización. Por ejemplo, las botellas para vino se producen en varias docenas de tipo distinto. Aún aquellas que son de tipo similar, como las botellas para Borgoña, no tienen altura o diámetro uniforme. La CE ha intentado estandarizar tamaños, pero se ha enfrentado a una fuerte oposición por parte de los fabricantes, que consideran tener ventajas comerciales con sus diseños propios.

Algunos países han introducido la obligatoriedad de dejar depósito en efectivo para las botellas, con el fin de facilitar el retorno de los envases enteros. El "Reglamento para Botellas" (Bottle Bill) fue introducido primeramente en el Estado de Oregon, EUA, en 1972 y actualmente ha sido adoptado por otros nueve Estados. El depósito obligatorio se aplica a envases para cerveza y refresco, sean de vidrio, metal o plástico. Un año después de haber sido implantado el Reglamento en Oregon, la basura callejera producida por envases para bebidas disminuyó en 66%, mientras que otros tipos de basura aumentaron hasta en 12 por ciento. Otro efecto de este reglamento fue por los consumidores debieron pagar hasta 22 % más, en promedio, por los productos embotellados.

Los supermercados del Reino Unido aseguran no estar diseñados para manejar flujos inversos de envases y se oponen a un esquema de depósitos obligatorios. Experiencias previas han demostrado que la respuesta de los consumidores sería aceptable, aunque dicha respuesta puede ser influida por la cantidad requerida para el depósito y por la publicidad que se le diera al programa.

Las empresas lecheras en el Reino Unido, que dependen de la reutilización de las botellas para leche, están cada vez más preocupadas por la cantidad de envases que se pierden cada año. La Federación de Industrias Lecheras estima que en Inglaterra y Gales se pierde aproximadamente 550 millones de botellas anualmente, lo cual equivale a 13 000 ton de vidrio. Parte de esta pérdida termina en los bancos de botellas o en el flujo de desechos municipales, estimándose que el costo de disposición en este último caso es de  $f$  16 por ton.

El problema anterior fue resuelto en la región en la región Midlands, mediante la instalación de bancos especiales para botellas de leche reutilizables. La empresa P.D. Technical Mouldings, de Thorton Heath, diseñó y construyó los bancos denominados "Pinta Points". Estos contenedores constan de una serie de tubos dentro de los cuales se deslizan las botellas sin romperse. Los bancos, de color rosa brillante han sido deliberadamente colocados cerca de los bancos regulares de botellas, con el fin de incentivar a la separación a quienes estén devolviendo botellas. Los "Pinta Points" tiene un costo de  $f$  1 000 c/u; su tamaño es de 2 m largo x 2 m de ancho x 1.5 m de alto y puede contener hasta 1 550 botellas. Recientemente ha empezado a utilizar una segunda versión, que está apoyada sobre una base, tiene una puerta trasera modificada y puede contener hasta 2 272 botellas. Los bancos son vaciados una vez por semana y las botellas devueltas a los establos lecheros. Actualmente se están recolectando aproximadamente una tercera parte de la meta prevista por lo que el proyecto ha iniciado una nueva fase publicitaria, que incluye etiquetas explicativas del sistema "Pinta Points", amarradas al cuello de las botellas.

### **Reciclaje de papel y cartón**

- a) reciclaje en países de la Comunidad Europea. Una política de la CE es fomentar el reciclaje del papel desechado, con el propósito de reducir las importaciones de papel y de pulpa virgen así como de reducir también el volumen de desechos que requieren disposición fina..

Desde hace mucho tiempo, el papel recuperado ha sido un insumo necesario para la industria europea del papel y el cartón. De los 44 millones de ton de papel usadas cada año por los países de la Comunidad, más de 11 millones de ton netas deben ser importadas, a demás de los 15 millones de ton que actualmente se reciclan. Sin embargo, incrementar el reciclaje está volviéndose cada día más difícil, en la medida en que se ocupan las fuentes de aprovisionamiento más obvias.

Las tasas de utilización en los diversos países reflejan principalmente el éxito de los programas de reciclaje del sector cartón y materiales para embalaje, que es la principal industria consumidora de estos residuos, así como también el desarrollo tecnológico alcanzado por los nuevos procesos de destintado que se actualmente se aplican al papel periódico recuperado. Alemania Federa, Holanda y Reino Unido son los países que más se han beneficiado de estas tendencias.

Las tasas de recuperación son el reflejo de diversos factores, tales como la demanda local de residuos de papel, la densidad de población y el éxito que logran las redes de recolección. También muestran qué tanto se involucran los gobiernos locales y la industria en estos programas. Holanda es el país en el que más éxito está teniendo dichas acciones, gracias a la distribución ideal de su población y a la cooperación que están ofreciendo la industria y las autoridades municipales para recolectar residuos de papel. Alemania Federal y más recientemente Francia, También cuentan con la participación oficial y la cooperación entre autoridades locales e industria. El reino Unido se encuentra al final de la lista de eficiencia de recuperación del papel y tanto en él como en el resto de los países europeos quedan aún muchos por hacer para alcanzar la meta de 50% de recuperación.

b) Reciclaje del papel en el Reino Unido. En la Gran Bretaña sólo se recupera 30 % del consumo de papel y cartón para ser reusado por la industria. Hay mucho campo poder incrementar este porcentaje. La recolección selectiva de papel de desecho por las autoridades locales ha declinado drásticamente en los últimos 20 años. En 1970, 451 municipalidades recogían 360 mil ton de residuos de papel, pero en 1983, sólo quedaban 53 centros urbanos recolectando un total de 48 mil ton. Sin embargo, durante este mismo periodo, las empresas papeleras incrementaron sus propias fuentes de suministro para lograr el control de empresas intermediarias que manejan más de 75 % del total del papel de desecho disponible. Parte de esta provisión se recoge en forma directa y parte por conducto de pequeños acopiadores y organizaciones de beneficencia o de voluntariado.

Existen también gran cantidad de pequeños y micro comerciantes que surten de papel de desecho tanto al mercado doméstico como al de exportación. La baja participación de las autoridades locales británicas en la recolección en fuentes domiciliarias por parte de grupos voluntarios, tales como los Scouts o las asociaciones escolares de padres y maestros. Estos grupos están capacitados para recolectar, transportar y almacenar el papel y el cartón, hasta que se acumulen una cantidad suficiente para ser vendida a los comerciantes en papel residual, dependientes de las grandes empresas papeleras.

La necesidad del mercado para el papel residual en el pasado ha inhibido el desarrollo del reciclaje. La inestabilidad normal de precios que resulta de los ciclos en los negocios se incrementó por la falta de interés de las empresas papeleras en establecer contratos a precios fijos a largo plazo. Ahora que los principales grupos papeleros tienen sus propias unidades de intermediación, la situación ha mejorado, lográndose asegurar una continuidad en el aprovisionamiento. Sin embargo, los comerciantes independientes en pequeños se encuentran ahora en posiciones de negociación cada vez más débiles.

La nueva empresa papelera de Gartcosh, en Escocia estimada a principios de 1989 que usando 75 % de pulpa reciclada y 25% de pulpa termomecánica, un ton de papel periódico tenía una ventaja de  $f$  30 en costo de manufactura y de  $f$  40 en fletes sobre una ton de papel periódico hecho con 100 % de pulpa termomecánica en Finlandia. Este tipo de análisis, junto con la capacidad doméstica limitada de producción de papel periódico y con el elevado nivel de importaciones, fueron las razones económicas principales que llevaron a los ambiciosos planes de expansión de la capacidad británica de producción de papel periódico, basado en insumos reciclables.

En 1987, la Gran Bretaña producía 496 mil ton de papel periódico e importaba 1 265 millones de ton. Los tres grandes proyectos de producción de papel periódico, basados en el uso de papel de desecho, han incrementado la capacidad en 600 mil ton, con lo cual aún se están importando más de 650 mil ton.

La capacidad instalada de las compañías Bridge-water Paper Co de Cheshire – subsidiaria de la Canadian Consolidated Bathurst Co. – es de aproximadamente 260 mil ton, la cual recientemente instaló un segunda línea de destintado que usará cerca de 60 % de papel de desecho como insumo. Su empresa subsidiaria comercializadora en papel residual, Cheshire Recycling, está involucrada en un amplio programa de expansión de adquisición de papel de desecho por conducto de contenedores tipo iglú, colocados cerca de centros comerciales, en gran parte del Reino Unido. La empresa contrata a comerciantes locales para recoger el papel, triturarlo, embalarlo y enviarlo a Cheshire.

La empresa Shotton paper Co Ltd (subsidiaria de United Paper Mills de Finlandia) ha duplicado recientemente su capacidad de producción de papel periódico, añadiendo una línea de 200 mil ton/año. La maquinaria proviene de Valmet de Finlandia y el sistema de preparación del insumo es de la marca Voith. El proceso utiliza 75 % de pulpa termomecánica y 25 % de pulpa destinada proveniente de papel de desecho. La inversión fue de  $f$  120 millones aproximadamente y empezó a operar en 1990.

c) Reciclaje de papel en EUA, Japón y otros países de Asia. Una característica importante del mercado mundial de los desechos de papel ha sido el desenvolvimiento de una industria exportadora de EUA hacia los mercados de los países en vías de desarrollo de la Cuenca del

Pacífico. La disponibilidad de la pulpa virgen en EUA se ha traducido en el hecho de que la tasa de utilización de papel de desperdicio sea inferior a 25 % (1987). Sin embargo la disponibilidad potencial de residuos de papel es tan alta, que aún alcanzan una tasa de recuperación de únicamente 30%, dicho país genera cerca de 22 millones de ton de desechos de papel, de los cuales exporta cuatro millones de ton. Esta cantidad representa la mitad del total de la exportaciones mundiales de desechos de papel siendo los principales importadores Japón Corea del Sur, Taiwan, Canadá y México. A partir de 1987 y 1988 empezaron a parecer leyes estatales en EUA que obligaban a las municipalidades a organizar sistemas de recolección y separación de los desechos, lo cual se tradujo en un exceso de oferta de revistas y periódicos viejos, que la ves están produciendo una depresión del precio del papel de desecho. Lo anterior también está causando una mayor desviación de la oferta hacia la exportación, ahora especialmente dirigida hacia Europa del Sur, dado que la demanda asiática también ha empezado a disminuir.

En el largo plazo, la presión gubernamental –basada en políticas preferenciales de aprovisionamiento – incrementará el nivel de reciclaje del papel en el mercado doméstico americano pero, pero en el futuro inmediato, es poco probable que dichas políticas reduzcan significativamente la presión mundial de aumentar aún más las exportaciones de residuos de papel. La gran expansión que tiene planeada la industria europea –utilizando papel periódico de desecho – puede resultar en importaciones muy significativas desde EUA. Las industrias del papel y el cartón de Japón, Taiwan y Corea del Sur ha tenido un crecimiento muy rápido y una falta de aprovisionamiento de pulpa local, por lo que su crecimiento se ha basado fundamentalmente en el reciclaje. La tasa de reutilización de estos tres países en 1987, fue de 51%, 73% y 87% respectivamente

Como resultado de esta gran demanda, las tasa de recuperación también han sido muy elevadas: de 50 %, 41% y 40%, respectivamente, en 1987, Japón ha desarrollado un sistema de recolección sumamente eficiente, por conducto de un esquema promocional apoyado por la industria. A pesar de las altas tasas de recuperación, los tres países son grandes importadores de papel de desecho, particularmente desde EUA; con importaciones totales en 1987 de 557 mil ton, 1.1 millones de ton y 1.2 millones de ton, respectivamente.

Entre estos tres países y EUA se ha establecido un eficiente sistema de comercio circular, mediante el cual las naciones asiáticas exportan a EUA bienes duraderos empacados en cajas de cartón corrugado y otros materiales a base de papel y cartón, mientras que los residuos de envases y embalajes son recolectados en EUA y devueltos al oriente, donde el ciclo vuelve a empezar. Sin embargo, la industria de estos países están cada día más interesados en desarrollar el aprovisionamiento de pulpa virgen a partir de otras naciones del Pacífico Occidental, así como en la adquisición de empresas papeleras y terrenos boscosos en Norte y Sud América.

- d) Problemas en el reciclaje debido a la calidad del papel de desecho. Los argumentos utilizados por quienes abogan por un mayor reciclaje del papel se basan en consideraciones ecológicas, en la pérdida de recursos potenciales y en los ahorros que se logran al reducir las importaciones. Sin embargo el reciclaje si tiene un costo ambiental: si existe contaminación de agua y de aire, así como generación de desechos sólidos durante el proceso de destinado, mientras que la calidad del papel de desecho disminuye como resultado de mayor uso de papel de desecho en la producción de papel.

El sector de oficinas es la mejor fuente de papel de alta calidad para ser destintado y reciclado. Se estima que la operación anual de este tipo de papel de desecho en el Reino Unido es de un millón de ton, pero solamente 15% es recuperado. El volumen disponible, combinado con el incentivo de reducir los costos de disposición final, hace que sea económico para los comerciantes en papel de desecho al tratar de recuperar este tipo de papel (y cartón) menos contaminado. El mercado para esta calidad de papel es más estable, dado que se trata de un material muy solicitado. A menudo este material se ofrece mezclado y contiene impurezas, por lo que debe ser separado y clasificado a mano, lo cual es un proceso costoso para los comerciantes. Este costo podría reducirse si existieran programas adecuados de motivación en las oficinas para separar el papel de alta calidad en la fuente. El papel de desecho de impresora de computadora a menudo contiene información confidencial, por lo que, para facilitar su recolección, algunos comerciantes ofrecen un servicio de trituración del desecho y garantizan confidencialidad .

Junto con las formas tradicionales del papel de desecho se encuentran también residuos de productos mixtos, que han sido producidos para adaptarse a los requerimientos del mercado. Aunque estos productos contienen fibras de alta calidad, es difícil y costoso convertirlos en pulpa utilizable para producir papel nuevamente. Entre éstos se incluyen los papeles encerados, barnizados, laminados con polietileno, recubierto con adhesivos y metalizados.

El uso principal de los materiales complejos a base de papel se da en la producción de envases para bebidas. Existen procesos para convertir los desechos de estos productos nuevamente en pulpa limpia, separando adecuadamente el papel, el polietileno y el aluminio que los conforman. Sin embargo, antes de que una empresa invierta en esta tecnología, es esencial que garantice el suministro a largo plazo de este desecho especializado.

Cualquier grado de papel que no puede ser procesado con facilidad, se clasifica como de baja calidad, por lo que, al presente, las empresas británicas clasifican en esta categoría a los desechos de materiales complejos y prefieren exportar a países donde existe la tecnología apropiada para procesarlos. Es difícil encontrar fuentes de aprovisionamiento seguras a largo plazo para las bajas calidades de papel de desecho. Sin embargo, la demanda de los países nórdicos se ha incrementado en los últimos años y el crecimiento de la capacidad de destintado es tal en toda Europa, que considera factible el crecimiento de la industria recicladora de materiales complejos a base de papel, en el futuro cercano.

Entre los nuevos desarrollos en el reciclaje del papel cabe mencionar a la empresa Greenscene de Exeter, que está comercializando una amplia gama de papeles reciclados para mecanografiado y fotocopiado y que, asegura, son iguales al papel bond regular. Estos hechos con 80% de desechos de papel de impresora de computadora, 19% de recorte de imprentas y 1% de residuos del propio proceso de producción del papel.

La empresa Diversified Insulation, de Livingston, Escocia, ha desarrollado un producto que se utiliza principalmente para aislar buhardillas o que puede también ser usado para aislar paredes huecas, siempre y cuando no haya riesgo de humedad. El producto está hecho a base de papel de desecho triturado en un molino de martillo y al que se ha añadido un producto químico capaz de retardar el fuego.

e) Programas gubernamentales de adquisiciones en la CE. Con el propósito de fomentar el uso de papel reciclado, varios países de la Comunidad Europea han introducido programas de proveduría gubernamental. Cabe mencionar los siguientes:

- En el Reino Unido, diversas dependencias como la Cámara de los Comunes, el Departamento de Energía y el departamento de patrimonio Nacional, entre otros, utilizan papel membreado con alto contenido de fibra reciclada.
- En Dinamarca, la norma adoptada para el papel reciclado señala un mínimo de 25% de fibra secundaria y 20% de fibra de bagazo, rastrojo o paja. El gobierno ofrece ayuda financiera a la industria para que produzca papeles con esta especificación.
- En Francia, 95 % del papel usado por el Ministerio del Medio Ambiente es reciclado. Otros ministerios utilizan un porcentaje menor. El Ministerio citado publicó un “ manual del Comprador”, que facilita la adquisición del papel reciclado en otras dependencias gubernamentales.
- En Alemania Federal, El ministerio del Interior tiene un programa de identificación, adquisición y utilización de productos con alto contenido de materiales reciclados, tales como papel de oficina y toallas de papel. El sector público es el principal usuario del papel reciclado, ya que adquiere hasta el 80% de todo el papel que se comercializa en el país. Cabe señalar que las ventas al sector privado están incrementándose
- Holanda no tiene una política formal que requiera el uso de productos de papel reciclado o que sean “amistosos hacia el medio ambiente”. Sin embargo, para demostrar su viabilidad, el Ministerio del Ambiente utiliza papel reciclado para los informes y documentos que publica.
- La Comisión Europea fue un organismo pionero en el uso de papel reciclado y desde principios de la década de los 70s reportó ahorros de hasta 20% en los costos del papel. La cantidad de papel reciclado que usó la Comisión declinó de 68% en 1979 a sólo 14% en 1982. Al presente casi no lo utiliza debido a dificultades de aprovisionamiento, así como a la mala apariencia, a la incertidumbre sobre las propiedades de almacenamiento y a dudas sobre su uso en fotocopiadoras de alta velocidad. Además, el papel reciclado no siempre está disponible a precios competitivos con el papel hecho de pulpa virgen, ni los productos con papel reciclado (como toallas y papel sanitario) pueden siempre encontrarse en el mercado.

## **Reciclaje de plásticos**

Los plásticos pueden categorizarse de manera amplia en dos grandes tipos: termoplásticos y termofijos. Existen grandes cantidades de tipos en cada una de las categorías. Los termoplásticos se ablandan cuando

son calentados, por lo que pueden ser reformados y reutiliza; los termofijos no tiene esta propiedad, por lo que no pueden ser reciclados.

A9 Reciclaje de los termoplásticos. Una gran cantidad de termoplásticos pueden ser reciclados, poseen un alto valor calorífico y provienen de un insumo relativamente caro. Los principales polímeros termoplásticos usados en el mundo para la aplicación de envases y embalajes, son los siguientes:

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)

Las principales aplicaciones de reciclaje de los termoplásticos anteriores, son los siguientes:

- 1 PET: Producción de fibras de poliéster y capas intermedias en laminados para producción de nuevos envases.
- 2 PEAD: Película de alta resistencia para bolsas y sacos, botellas no sanitarias, juguetes, cubetas y gran variedad de productos para el hogar.
- 3 PVC: Tuberías para irrigación, mangueras, molduras y ventanas, discos, botellas no sanitarias y accesorios para automóviles.
- 4 PEBD: Bolsas, sacos y películas flexibles, botellas no sanitarias por soplado moldeo, y aislamiento de cable eléctrico y de teléfono.
- 5 PP: Sillas y otros tipos de muebles, cajas para baterías y otros accesorios de automóvil, tuberías y conexiones, cuerdas, hilo, cinta, rafia para costales; conos canillas y otros accesorios para la industria textil.
- 6 PS: Material de empaque para usos no alimentarios, accesorios para oficina, peines, escobas y piezas de equipaje.

El uso del PET ha venido incrementándose grandemente en los últimos años. Otro mercado que también se esta desarrollando es el de polietileno lineal de baja densidad (PELBD), polímero que introducido en 1979 y que está sustituyendo poco a poco al PEBD. Cada día se le encuentra más uso a en la industria del envase al PELBD: El mercado para los plásticos mezclados también ha ido creciendo poco a poco en fechas recientes. Actualmente existen varias tecnologías en el mundo que permiten transformar una mezcla variable de diversos tipos de plástico en productos útiles que sustituyen en productos útiles que sustituyen a la madera en muchas de sus aplicaciones. En la Universidad de Rutgers, EUA, opera una planta piloto con un sistema de extrusión-moldeo, que produce perfiles diversos para ser usados en mulles para barcos, mobiliarios para exteriores, estructuras para establos, etcétera. En Bélgica, Alemania e Italia, principalmente, están desarrollándose tecnologías parecidas que cuando lleguen a una etapa de comercialización generalizada convertirán a los plásticos en uno de los materiales más versátiles para el reciclaje.

De entre los plásticos menos comunes, el poliuretano (PU) se utiliza casi siempre en forma expandida; es decir, como espuma; por lo que es poco económico reciclarlo. El ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno), el nylon, los acrílicos y el policarbonato sólo interesan a un mínimo de compradores especializados. Aunque el precio por tonelada de estos plásticos es elevado, resulta difícil recolectarlo en volúmenes suficientes.

El reciclaje de plásticos desechos postconsumidor están aún en la infancia. El crecimiento general en el uso de los plásticos sugiere que existe un potencial para el reciclaje, especialmente compradores que ya están organizados para la recolección de desechos de baja densidad. Sin embargo, la complejidad y diversidad de plásticos en el mercado, requiere que tanto el recolector como el comprador tengan un conocimiento técnico mayor que el que se requiere para el reciclaje de muchos otros subproductos de los RSM. Adicionalmente, con el fin de reducir los costos de transporte, es necesario disminuir el volumen ocupado por los plásticos mediante trituración o aplastamiento, especialmente para las botellas de PET y los garrafones de PEAD.

Para facilitar y promover el reciclaje, muchos países –tanto desarrollados como en vías de desarrollo –han establecido programas de colecta selectiva de desechos domiciliarios e institucionales. Existe una gran variedad de opciones en los mecanismos de recolección, selección y acondicionamiento de los materiales reciclables, antes de que estos sean entregados a intermediarios y/o usuarios finales.

- b) Reciclaje de Plástico mezclados. La industria de recuperar los residuos de plástico se divide, de manera general, en procesadores de PVC y procesadores de otros plásticos, puesto que el manejo del PVC, éste se degrada en la maquinaria durante el proceso, arruina el producto final, afecta los equipos y produce emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Existen muy pocas industrias en el mundo que tengan éxito en el reciclaje de plásticos mixtos y contaminados con PVC . A continuación se presenta algunos ejemplos al respecto:

- La empresa Applied Polymer Research de Edmonton, Canadá, señala haber logrado un avance significativo en el reciclaje de plásticos mezclados y contaminados, mediante el desarrollo de una planta piloto cuyo costo fue de \$ 5 millones de CaD
- En el Reino Unido, la empresa Tomado Ltd, desarrolló un proceso que permite eliminar la mayoría de los contaminantes en plástico como PS, PP o ABS y reprocesar dichos materiales hasta un estado casi virgen. A pesar de que los problemas con un insumo mixto variable no han sido totalmente resueltos, la empresa recicla principalmente 60 ton semanales de ganchos para ropa de PS.
- Un ejemplo de cómo el reciclaje de plásticos mixtos puede producir utilidades, es el caso de la empresa Superwood Hodings, con base en Irlanda. A pesar de que la casa matriz quebró recientemente por problemas no atribuibles a la tecnología, la existencia de multitud de empresas en el mundo entero que operan bajo licencia de Superwood es una certificación de éxito de esta técnica.

El sistema se basa en proceso Klobbie, que incorpora una etapa de extrusión con otra de flujo a baja presión para el moldeo. El insumo está compuesto por termoplásticos principalmente, tanto PEAD como PEBD y PP de ductos y tuberías de desecho, envases de PET y de PEAD, así como bolsas de envolturas de plásticos flexibles. La separación del insumo en los diversos grupos de polímeros que lo constituyen –para luego mezclarlos de acuerdo con las formulaciones adecuadas al producto final – un proceso muy caro por ser intensivo en mano de obra; pero la alternativa—que implica alimentar la extrusora y el molde con una mezcla variable de materia prima--- no es factible.

- Uno de los procesos que mayor éxito ha tenido en el reciclaje de plásticos mixtos es el de Remarker, que muele y funde los desechos plásticos para hacer productos moldeados. El proceso se ha optimizado con el fin de poder utilizar gránulos de mezclas de composición variable. Esta materia prima se extiende en el molde, donde es calentada y comprimida para formar tablas o algún otro tipo de perfil. En Francia, el consorcio industrial Groupe Testa opera un proceso parecido al anterior, produciendo tarimas (pallets) de PEAD reciclado.
- Otros procesos que han tenido éxito con el sistema klobbie (usado por Superwood, como se mencionó antes), que permite manufacturar grandes cantidades de perfiles sencillos a partir de desechos que pueden incluir papel y hoja de aluminio; el proceso Plastifier, que es también un sistema de flujo a baja presión en un molde, pero a gran escala y que fue diseñado para reciclar desechos plásticos en estaciones municipales del sistema de disposición de residuos; y el Hydrocyclone de A K W, que permite recuperar el polipropileno de cajas de baterías, el polietileno de basura acumulada y separar el metal del plástico en los residuos y recortes de cables y sistemas electrónicos.

Un proceso similar a este último, llamado BICCRE Form, está disponible desde 1981 pero no puede usarse para reciclar, ni aún separar, las bases de PEAD de las botellas de PET de más de 2 litros.

- La empresa belga F N Herstal desarrolló un sistema denominado FN Plastifier, que permite procesar 15 mil ton por año de mezclas de plásticos conteniendo 65 % de PE y PP, y hasta 20 % de PVC y 15 % de PS. La máquina consta de una extrusora de tornillos cortos con un mecanismo interno de mezclado. La ventaja del sistema es que garantiza que el material permanezca en el estado plástico durante varios segundos, evitando la degradación térmica del PVC; gracias a esto, puede dispersarse en la matriz formada por las poliolefinas (el PE y el PP).

Otros materiales, como los plásticos termofijos, deben ser molidos y pulverizados de antemano y son utilizados como relleno (fillers ) en la mezcla. El producto resultante es apropiado para construir bardas, mulles, canales de irrigación y mobiliario para exteriores.

- La empresa alemana Remaker Technik desarrolló un proceso semejante al anterior, habiendo mejorado el desempeño de las moldeadoras por inyección para el procesamiento de los desechos, de modo que los residuos molidos pasan por una malla de 8 mm para ser alimentados directamente a la máquina.

- c) Reciclaje de poliestireno de desechos. La empresa austriaca Lorenz Schloegl Technik de Pottenstein, desarrolló lo que asegura ser la solución al problema de reciclar residuos de PS expandido. El proceso involucra tres etapas diferentes:
- La unidad de Chipser, de cortado en caliente, produce hojuelas o virutas que pueden ser usadas como materiales de empaque
  - La unidad Styrocut produce gránulos del tamaño de una nuez, que puede ser usados como sustitutos de la grava en aplicaciones de drenaje y como insumo para la tercera etapa del proceso.
  - La unidad Styromill convierte el material en gránulos finos, que conservan la estructura de las celdas expandidas, con sólo una pequeña abrasión de la superficie, lo cual los hace apropiados para la horticultura o como aditivo en la fabricación de ladrillos.
- d) necesidad de promover productos reciclables. El 27 de junio de 1985, el Consejo de la Comunidad Europea adoptó la Directiva No. 85/339/EEC sobre Envases y Bebidas para Consumo Humano. Los objetivos de la norma son: reducir el impacto de envases usados sobre el medio ambiente, así como conservar energía y materias primas mediante la reducción en peso o volumen de los desechos de envases, por medio de:
- Incineración con recuperación de energía.
  - Reuso de envases mediante rellenos de los mismos
  - Reciclaje de materiales.
  - Desarrollo de envases que consuman menos energía.

La incineración de los plásticos están siendo atacada en muchos frentes, debido a que quemar productos a base de PVC produce ácido clorhídrico. Existen indicios también de que la incineración de plásticos clorados genera emisiones que contienen dioxinas y dibencenfuranos.

La producción de envases ligeros y/o mayores —con una mejor razón de volumen a peso— es un objetivo natural para la industria del plástico, durante el desarrollo de nuevos envases.

El incremento en el uso de envases plásticos coextruidos, laminados o simplemente recubiertos debido al uso de resinas diferentes, crea problemas para los programas de reciclaje. Las tapas, los adhesivos y las etiquetas deben considerarse como contaminantes, si están hechos con materiales distintos al del envase. Aún un simple envase de seis g, contiene seis g de plástico, 0.5 g de papel, y 0.5 g de solución de hule, por lo que el reciclaje directo de este contenedor conduciría a un producto degradado.

El uso de materiales compatibles para integrar los componentes constitutivas de los envases, facilita el reciclaje. El progreso logrado en este camino es pequeño y es poco probable que se continúe avanzando a menos que los gobiernos intervengan. A pesar de que es técnicamente factible producir botellas de PET hechas enteramente de PET, la industria del plástico continúa comercializando botellas con un plástico diferente para la base y para la tapa (PEAD). Mezclar plásticos diferentes es también una preocupación para los comerciantes, quienes desearían tener un aviso previo de los fabricantes sobre cualquier nueva combinación de plásticos que estén por entrar al mercado. Igualmente, desearía tener el apoyo de los manufactureros para identificar nuevos usos finales para los materiales secundarios.

- e) Reciclaje del PET. A un costo de aproximadamente  $\$ 1,200$ /ton para el material virgen, el PET es un producto caro. Se usa gracias a su desempeño y debido a su ligereza, al compararlo con el vidrio. El uso de botellas con el vidrio. El uso de botellas miniatura de PET para vinos licores en una aerolínea, puede ahorrar un peso equivalente a dos pasajeros.

El principal esfuerzo para reciclar PET se ha llevado a cabo en EUA donde, desde 1984, de las 465 mil ton consumidas este año se reciclaron 45 mil ton. En los últimos 10 años, en el Reino Unido se ha fabricado más de 8 mil millones de botellas de PET, 97 % de las cuales ha sido eliminada en rellenos sanitarios. Puede decirse que, a pesar del bajo valor de  $\$ 1,000$ /ton, esto representa haber tirado la cantidad de  $\$ 400$  millones al basurero.

Los envases de plástico son ligeramente porosos, por lo que es difícil y costoso esterilizarlos para propósitos de relleno. En 1987, la empresa alemana Schmalback-Lubecca, fabricante de envases, que es una división de la Continental Can Co. Inc, desarrolló la primera botella plástica reutilizable para bebidas con gas. Las pruebas de mercado se llevaron a cabo junto con el grupo Coca Cola y actualmente estos envases de 1.5 l de capacidad se usan ya en muchos países del mundo entero. Sin embargo, las empresas embotelladoras en Gran Bretaña consideran que es antieconómico transportar envases vacíos, de retorno al punto de llenado, en contra de la situación alemana donde el uso de rejas para el movimiento de envases ha estado operando por muchos años. En Suiza, donde la recolección de papel y vidrio de desechos está bien organizada, existe un debate trascendental sobre el uso del PET. El volumen de

producción de botellas de vidrio retornable sí lo es, lo mismo que en Austria, país vecino. Los fabricantes y los comerciantes de bebidas son extremadamente sensibles a la opinión pública sobre aspectos ambientales, por lo que las asociaciones de estas ramas han indicado que sólo manejarán botellas PET bajo la base de que su reciclaje esté garantizado. Igualmente, la gran cadena de supermercados Migros considera que si no puede desarrollarse un sistema eficiente para el reciclaje de las botellas de PET, no deberían usarse. Se considera que la cantidad de botellas de PET disponibles para el reciclaje a escala mundial, en 1990, podrían tener un valor de aproximadamente de  $\approx$  900 millones. Solamente en Europa Occidental, los residuos de PET podrían alcanzar un valor de  $\approx$  190 millones, además de representar un grave problema de contaminación. Cada día se hace más necesaria la existencia de un plan sensato y ecológicamente convincente que permita el uso de las botellas de PET y que garantice su reciclaje. El consenso general es que, en vista de que los intentos actuales para encontrar rutas de baja tecnología para el reciclaje han fallado, es necesario iniciar un enfoque de alta tecnología. Se han identificado cuatro problemas principales en el reciclaje del PET:

- Recolección, selección y almacenamiento.
- Volumen requerido para que sea factible la operación.
- Inexistencia de capacidad instalada para reciclar.
- Inexistencia de mercados de usuarios finales para el material reciclado.

El problema central para el reciclaje del PET, al igual que para todos los productos plásticos ligeros, es la recolección, la separación de otros componentes de los residuos y el almacenamiento. Una tonelada de PET contiene en promedio, 2 mil botellas. Sin embargo, la capacidad de almacenamiento requerida puede reducirse significativamente, aplanando o triturando las botellas y comprimiéndolas en pacas antes de almacenarlas. El almacenamiento puede producirse riesgo a la salud, debido a la presencia de envases contaminados con bebidas y alimentos. Una empresa procesadora de plásticos puede requerir muchas toneladas de materia prima por día y, aún en una ciudad de varios cientos de miles de habitantes, recolectar suficientes botellas para interesar a un procesador, puede tomar mucho tiempo, se estima que un tamaño aceptable y rentable de planta recicladora representa tener capacidad para procesar aproximadamente un mínimo de 2 mil ton de materia prima por año. Para poder contar con suficiente material, el área urbana de recolección de los desechos plásticos debe ser bastante grande lo cual también incrementa los costos de transporte, que ya de por sí son elevados, puesto que aún el plástico triturado y embalado es un producto ligero y voluminoso.

Debido a las reducidas tasas de retorno, es bajo el incentivo para interesar a procesadores a que inviertan en una planta y/o en equipos nuevos, a pesar de que el PET reciclado genera un precio igual al 50% del precio del producto virgen. La demanda para el PET en la Gran Bretaña creció de 130 millones de lb en 1987 hasta 600 millones de lb en 1991, por lo que cada día se vuelve más necesario contar con un sistema confiable de recolección.

Un grupo de industriales italianos creó la empresa llamada IVR para recolectar y reciclar botellas de plástico, así como para establecer un banco de datos sobre el reciclaje de plásticos en Italia y otros países occidentales. En esta empresa participan treinta productores de plásticos, que en total representan aproximadamente 85% del mercado italiano. La planta construida bajo la iniciativa de Sovay, Enichem y Govoini, está ubicada en Centro y opera desde principios de 1989 reciclando botellas de plástico provenientes de trece centros de recolección en la provincia de Ferrara.

Un inconveniente adicional para el reciclaje del PET es la falta de consentimiento de muchos posibles usuarios finales sobre como poder utilizar este material secundario recuperado. Es también necesario identificar los mercados potenciales. El PET reciclado incluye los siguientes posibles usos:

- Una gran variedad de bienes caseros, desde juguetes hasta tapas para aerosoles.
- Producción de fibra para ropa, bases de alfombras, cuerdas, velas de barco.
- Envases no sanitarios, tanto en forma de botella como extruidos. Un método reciente para introducir una capa de PET reciclada entre dos capas de PET virgen permite que este material coextruido si puede usarse en la producción de envases para alimentos y bebidas.
- Geotextiles, materiales de aislamiento y borra de relleno para sacos de dormir, cojines y chamarras
- Usado con otros materiales, como la fibra de vidrio, es materia prima para procesos de inyección-moldeo.

Muchas de las aplicaciones anteriores son de bajo valor. Si debe usarse el PET como sustituto de alto valor, deberá buscarse un uso que aproveche mejor las características del material; tal vez pudiera ser utilizado como sustituto de plásticos de ingeniería o incinerarse para recuperar la energía contenida.

La empresa Ruco Polymer Corp, de Hucksville, NY, EUA, desarrolló un proceso de bajo costo para convertir las botellas de PET en polioles de alta calidad. Estos productos se utilizan para fabricar aislantes térmicos a base de espuma rígida de poliuretano. El proceso Ruco incluye el establecimiento de una reacción de PET con ácido y glicoles. El producto final cumple con las rígidas normas de calidad americana.

f) Depósitos obligatorios para botellas de plástico. Muchos países han introducido reglamentación que obliga a dejar un depósito en efectivo por las botellas, con el fin de incrementar el reciclaje. En Alemania, el depósito para cualquier tipo de envase de plástico para bebidas es de 50 pfennig. Los comerciantes detallistas están obligados a aceptar las botellas vacías y a devolver el depósito, aún cuando el consumidor no haya adquirido inicialmente el producto en dicha tienda. Los distribuidores y las plantas embotelladoras deben, a su vez, aceptar las botellas (de su marca) que les envía el comerciante detallista. El objetivo del reglamento es que estos envases sean rellenos o reciclados y que no terminen su vida útil en los tiraderos.

En el Estado de Baja California, EUA, existe un impuesto sobre materias primas utilizadas en la producción de nevas. El fabricante paga el impuesto inicial, de acuerdo con la producción que tenga de materiales para envase, y transfiere dicho costo al siguiente eslabón de la cadena, con el cual es el consumidor quien termina absorbiéndolo. El impuesto varía de acuerdo con el porcentaje de reciclaje del material correspondiente; por ejemplo, una recuperación de 50% de las botellas de PET producidas disminuiría el impuesto sobre dicho material a la mitad, siempre y cuando el material recuperado fuese efectivamente reciclado.

### **Consideraciones ambientales en el diseño de envases y embalajes**

La producción, el uso y la disposición de envases y embalajes tienen un impacto importante sobre el medio ambiente; participan en la problemática de la lluvia ácida, la disminución de recursos naturales y la generación de residuos sólidos. Si la industria del envase desea cumplir con su responsabilidad social, debe empezar por considerar explícitamente los impactos ambientales de sus productos y tomarlos en cuenta para diseñar nuevos envases y embalajes. Más aún, si la industria del envase desea ser considerada como una industria con responsabilidad social, debe comunicarle al público que está tomando en consideración dichos impactos. Desafortunadamente, no actuar responsablemente, ni informar de ello, es simple. Los asuntos ambientales son complejos y las acciones positivas que se lleven a cabo pueden producir efectos contradictorios.

#### Consideraciones ambientales en el diseño de envases y embalajes

- Impactos ambientales de los residuos .
- Aligerar los envases.
- Consumos de energía y materias primas en todo el ciclo de vida
- Guía del IoPP para reducción, reciclaje y disposición final de envases.

Por ejemplo, cambiar de un vaso de poliestireno expandido a otro hecho con papel puede favorecer que el público perciba que se trata de una acción benéfica para el medio ambiente. Si el vaso termina su vida útil en un relleno sanitario, los efectos a corto plazo de este cambio en la generación de los residuos sólidos probablemente sean mínimos. Aunque el vaso de papel eventualmente se degradará, éste “eventualmente” podría tomar muchas décadas. Otros efectos de la decisión pueden ser una contaminación mayor de las aguas a partir de los procesos de manufactura del papel, la formación de dioxinas a partir de los procesos de blanqueo, la erosión del suelo y la desaparición de nutrientes debido a la tala de bosques, etcétera.

Por otra parte, el crecimiento normal de los árboles podría traer como resultado la eliminación de bióxido de carbono de la atmósfera y la disminución del efecto invernadero. Pero el consumo de combustibles fósiles pudiera haberse reducido por el cambio a una materia prima basada en productos no petroleros o pudiera haberse incrementado debido al uso de combustibles fósiles usados para plantar y cosechar los árboles y para manufacturar, convertir y transportar el papel. Sólo un análisis energético detallado puede

mostrar cuál es el caso. Finalmente, si en lugar del tiradero, la alternativa es el reciclaje, probablemente sea mucho más fácil reciclar el vaso de plástico que el de papel el cual requiere un recubrimiento de cera o plástico para cumplir su función adecuadamente.

En los últimos años, una tendencia importante en la industria del envase ha sido la del aligeramiento. En muchos casos esto ha tenido un efecto benéfico sobre la disposición final de los desechos sólidos. Por ejemplo, si una botella de vidrio es más ligera, ocupa menos volumen en el relleno. El uso de menores cantidades de vidrio también se traduce en ahorros de materia prima y de energía. En este caso, los beneficios son visibles de inmediato aunque generalmente el público no está consiente de estos hechos.

A menudo, los consumidores consideran como una mala decisión, desde el punto de vista ambiental, cambiar de vidrio a plástico. Si los contenedores de vidrio se reciclan y los de plástico no, el efecto del cambio sobre la problemática de los desechos sólidos es definitivamente negativo. Por otra parte, en lugares donde ninguno de los dos se recicla, el efecto si es una reducción en el volumen de desechos, pues generalmente la botella de plástico ocupará menos espacio en un relleno sanitario.

Otro efecto ambiental del cambio, tales como el uso de energía, pueden también ser positivos. Aunque los plásticos usan derivados del petróleo como materia prima, la fabricación del vidrio es también muy intensiva en el uso de la energía y frecuentemente consumo más combustibles fósiles de lo que requiere el plástico. El análisis de la energía necesaria para el transporte de los envases beneficia aún más al plástico que al vidrio.

Por tanto, la evaluación de las consecuencias ambientales en la toma de decisiones sobre un envase nuevo involucra aspectos muchos más amplios que la simple consideración del envase como un desecho sólido. Poder informar sobre los verdaderos efectos de estas decisiones requerirá esfuerzos masivos de comunicación para educar al público objetivo.

El Institute of Packaging Professionals (IoPP), de Estados Unidos, diseño una “Guía para la Reducción, el Reciclaje y la Disposición Final de Envases” que fue traducida al español por la Asociación Mexicana de Envases y Embalajes (AMEE). Se trata d una lista de control de parámetros que los industriales deben considerar para el diseño de nuevos envases que sean ecológicamente aceptables.

Independientemente de tener que considerar los factores antes mencionados, a continuación se presentan unas ideas simples para el diseño de envases. Dichas ideas ponen énfasis en la reducción al mínimo de la contribución de los envases al flujo de desechos sólidos y en el favorecimiento de su reciclaje.

#### Diseño de envases con énfasis en reducción de residuos y reciclaje

- Eliminación de componentes tóxicos
- Diseño de nevases reutilizables
- Utilización de un solo material
- Uso de materiales compatibles o separables fácilmente
- Uso de materiales reciclados.

Debe tenerse en cuenta que estas guías no resuelven los posibles conflictos entre desechos sólidos y otros factores ambientales, ni aún en la minimización del residuo y el reciclaje. Se presentan como una forma de iniciar el proceso de evaluación de un diseño de envase y no como un absoluto.

#### **Eliminación de componentes tóxicos**

El diseño de envases deberá incluir únicamente el uso de materiales no peligrosos, siempre y cuando esto sea posible. En especial, debería eliminarse el uso de metales pesados en aditivos, colorantes y tintas. Si una compañía sólo puede lograr el color deseado usando metales pesados, probablemente un cambio de color junto con una campaña de publicidad para informar al público d la razón del cambio podría tener como consecuencia un incremento en las ventas.

Los fabricantes de botes de hojalata ya han logrado importantes reducciones en el uso de soldaduras con plomo y en muchos casos han cambiado a soldaduras a base de estaño, limitando el uso del plomo. Esta tendencia debe seguir con la meta de discontinuar totalmente la utilización de soldadura con plomo. La industria deberá presentar también atención al problema de baterías caseras.

Tal vez un envase innovador para baterías, por ejemplo las de los aparatos para sordera, podría auxiliar a los consumidores a apartar estos productos que contiene mercurio, después de haber sido usados y hasta en tanto puedan ser transferidos a un sistema apropiado de disposición o reciclaje.

### **Utilización de envases reusables.**

Si un envase puede ser reutilizado para su aplicación original, se trata de un diseño muy eficaz para la reducción de desechos, ya que elimina la necesidad de disposición durante varios ciclos. Obviamente para tomar una decisión en este sentido, habrá que tener en cuenta otras consideraciones. Si el envase no es devuelto no puede ser reusado por lo que la cooperación del consumidor es crucial en este caso.

Es mucho más fácil implantar esta opción para embalaje de distribución que para envases unitarios de consumo. También debe analizarse los costos y los requerimientos de energía para el retorno y la limpieza o esterilización de los envases. En la mayoría de los casos, los envases deberán ser más resistentes para garantizar varios ciclos de reuso, por lo cual se requerirá emplear mayor cantidad de materias primas. Los beneficios netos deben ser calculados muy cuidadosamente.

El uso secundario de un envase (reutilización para una aplicación distinta de la original) probablemente tendrá un efecto menor sobre la minimización de desechos, que si es reusado en su función primaria. A pesar de que la viabilidad de utilizar un contenedor para una aplicación secundaria es un paso positivo, es muy fácil sobre evaluar sus efectos.

Por ejemplo, un envase para margarina o queso cottage puede servir para contener sobrantes de comida, lo cual probablemente se hace en millones de hogares en el mundo entero. Sin embargo, estos envases eventualmente ingresan al flujo de desechos sólidos. El efecto neto de este uso secundario sobre la disminución de la cantidad de desechos es solamente igual a la cantidad de otros contenedores plásticos que podría haber sido comprados por estos hogares para almacenar las sobras, pero que no fueron adquiridos y que, por lo tanto, dejaron de fabricarse como consecuencia de la disponibilidad domiciliar de envases usados de margarina.

### **Utilización de un material**

Generalmente, los envases hechos con varios materiales son menos apropiados para ser reciclados que los envases hechos de un solo material. Es preferible utilizar envases hechos con varios plásticos que combinaciones de metales o de plástico con metal. Debe también preferirse el uso de contenedores plásticos que contengan como base una sola resina, que aquellos contenedores plásticos multicapa. La botellas PET sin una base de PEAD son preferibles a aquellas con base.

Nuevamente, las consideraciones de uso de la energía y de la cantidad de materia prima requerida distorsionan el panorama anterior. Una botella de vidrio con una etiqueta tipo camisa, hecha de poliestireno expandido, puede fabricarse con las paredes de vidrio más delgadas que la misma botella sin la etiqueta protectora. Por tanto, un análisis del uso total de la energía probablemente resulte favorable para la botella etiquetada, mientras que las consideraciones sobre los desechos sólidos pudiera o no serlo, dependiendo de si la botella (y tal vez también la etiqueta) estaba destinada para la disposición final o para el reciclaje y dependiendo también de qué tanto fue posible aligerar la botella, comparado con el volumen ocupado por la etiqueta.

Cuando es factible utilizar un solo material en la producción de un envase, conviene identificar dicho material en el contenedor. Debe facilitarse a los consumidores la opción de poder responder a preguntas como ¿ es este bote de hojalata o de aluminio?., o ¿ esta hecha con PEAD la botella de shampoo?. Este tipo de información puede auxiliar a los consumidores para determinar la ruta apropiada por el envase desechado: hacia el bote de basura normal o hacia el contenedor para el reciclaje (ver sección 4.1.1).

### **Uso de materiales compatibles o fácilmente separables**

Cuando se requiere usar una estructura multimaterial, el objetivo del diseño debe ser la producción de un arreglo que produzca el mínimo daño a la posibilidad de reciclar el envase. Por ejemplo, a pesar de que las latas de aluminio para bebidas no son envases monomateriales (puesto que contienen capas de recubrimiento orgánico y de tintas) son fácilmente reciclables puesto que los recubrimientos y tintas se queman y evaporan durante las operaciones de reproceso, sin interferir con las propiedades del aluminio.

La base de PEAD en una botella de PET no presenta un problema serio para el reciclaje puesto que, una vez molidas las botellas de desecho, un simple proceso de flotación en agua separa las partículas de PEAD, que flotan, de las de PET, que por ser más densas terminan en el fondo del tanque. Si la base estuviera de PVC en lugar de PEAD, no sería posible lograr una separación tan sencilla (puesto que las densidades del PET y del PVC son casi iguales) y el reciclaje de este tipo de envase sería mucho más difícil y costoso.

Las combinaciones de papel y plástico son difíciles de reciclar, aunque existen tecnologías tipo hidrociclón con las que se logra la separación total. En el reciclaje del papel es importante que no restos

de plástico, puesto que podría causar problemas serios en el proceso de manufactura papel, dado que el plástico se pega a los rollos de secado.

La separación de capas de plásticos distintos que hayan sido coextruidos en la producción de las botellas plásticas es virtualmente imposible. Sin embargo, dado que todos estos materiales son plásticos, pueden ser reciclados en algún proceso que utilice resinas mezcladas, como es la producción de tablas de “madera plástica”. Una ventaja de aquellos materiales en el reciclaje mixto, es que las capas internas de la botella, que funcionan como adhesivos entre otras capas, pueden también cumplir una función de compatibilización en las “maderas” resultantes. Los materiales complejos multicapa podrían también resultar aceptables para una mayor variedad de opciones de reciclaje, de las que se piensa actualmente. En general, el desarrollo de materiales compatibilizadores para diferentes combinaciones de plásticos puede permitir el uso de flujos mezclados en una gama más amplia de aplicaciones.

### **Uso de materiales reciclados.**

La clave para el éxito de un programa de reciclaje es la existencia de mercados para los materiales reciclados. Separar y procesar materiales para los cuales no hay utilización en la manufactura de nuevos productos es un esfuerzo útil y costoso. La industria del envase tiene la obligación de incrementar el uso de materiales reciclados. Aunque existen aplicaciones para las cuales solamente es aceptable el uso de materias primas vírgenes, la manufactura de envases con esta especificación solo debería llevarse a cabo cuando existan sólidas razones para la exclusión de las materiales primas recicladas. Si las especificaciones de un envase se establecen sobre la base del desempeño en lugar del tipo de material, puede contribuir a evitar la exclusión innecesaria de materiales reciclados.

La industria debe involucrarse más en el uso de materiales reciclados, que simplemente permitir de manera pasiva su utilización. La industria debería incrementar sus esfuerzos para promover activamente el uso de materiales reciclados. A medida que se desarrollan y consolidan programas municipales de recolección, procesamiento, reutilización y reciclaje de los residuos de envases, forzosamente existirán ajustes y desajustes en la oferta y la demanda, por lo que la industria del envase debería contribuir activamente en el desarrollo de esta red.

Existen muchas formas de participación de la industria en este esfuerzo, desde donativos de camiones y/o contenedores para el acopio especializado, hasta el establecimiento de contratos a largo plazo para la compra de materiales secundarios a un precio de garantía mínimo.

### **Diseño para el reciclaje.**

En EUA, las fundiciones de acero están iniciando programas para promover entre sus clientes la idea

#### Diseño para el reciclaje de envases y embalajes

- En los nuevos productos debe dársele a la reciclabilidad la misma importancia que al estilo, servicio y durabilidad
- Los nuevos bienes de consumo deben poder ser reciclados económica y seguramente.
- Los nuevos bienes duraderos deben tener que demostrar su reciclabilidad
- Deben establecer acuerdos entre manufactureros y recicladores para que estos no sean los únicos responsables de posibles impactos ambientales.
- Deben darse asistencia técnica y financiera a quienes tengan que cambiar diseños o procesos.

de “diseñar para el reciclaje”, de modo que se incrementen las fuentes de chatarra metálica. La industria consumidora, procesadora y manufacturera que usa chatarra se está asociando para tratar para de asegurar que, cuando se fabrique un producto, se le de a la reciclabilidad la misma importancia que a consideraciones de estilo, servicio y durabilidad.

El US Institute of Recycling Industries (ISRI) ha planteado guías específicas en el área del diseño de productos, en su reporte Design for Recycling, de 1987, de entre las cuales sobresalen las siguientes:

- Los fabricantes deben asegurar que los bienes de consumo puedan ser segura y económicamente reciclados, usando métodos y tecnologías de reciclaje existentes. Las empresas recicladoras de productos de consumo no debería de incurrir en costos innecesarios debido a que dichos productos usen constituyentes peligrosos. A menos que existan fuertes razones en contra, los productos de consumo deben ser reciclables sin originar riesgos a la salud humana o al medio ambiente, que pudieran prevenir de componentes peligrosos.
- Todos los nuevos bienes duraderos que se fabriquen deberán poder demostrar su reciclabilidad. En la mayoría de los casos, si se encuentra que un producto presenta riesgos ambientales que vuelvan antieconómicamente su reciclaje, dicho producto no debería venderse sino hasta que se efectúen cambios de diseño o de manufactura que eliminen esos riesgos.
- Pudiera no ser posible rediseñar algunos productos de modo que se eliminen los riesgos para el reciclador. Por ejemplo pudiera no existir un sustituto factible para un constituyente peligroso de un producto, en alguna de sus aplicaciones. En estos casos, deberían establecerse un acuerdo de cooperación entre manufactureros y recicladores para asegurar el reciclaje y no deberá responsabilizarse a los recicladores de los resultantes impactos ambientales.
- Cuando se requiere que un fabricante modifique el diseño o la manufactura de algún producto, y en caso de ser apropiado, dicho empresario debería de recibir asistencia técnica y financiera para realizar la transición. Esto es válido especialmente para las pequeñas y micro empresas, con el fin de garantizar que sus productos puedan ser reciclados de manera segura. En ausencia de diseños apropiados de productos, no debe ser responsabilidad de los fabricantes el tener que solventar todos los costos de nuevos diseños para el reciclaje, así como tampoco debe requerirse a los recicladores que carguen con todos los riesgos ambientales del reciclaje. El diseño para el reciclaje traerá beneficios a toda la sociedad, por lo que es adecuado que la sociedad auxilie a dichos manufactureros y recicladores en su implantación.
- El concepto de “diseño para el reciclaje” debe ser adoptado y difundido ampliamente. Además, el concepto de mejoramiento de la reciclabilidad de los productos debe presentarse al público como un objetivo nacional, mediante un programa educacional y motivacional.

## **Hacia el futuro**

El manejo de los desechos sólidos es actualmente el problema ambiental más trascendente en el que el envase juega un papel importante. La industria del envase enfrenta la amenaza de una gran variedad de acciones reglamentarias, por lo que cada día se muestra más deseosa de involucrarse en la solución de estos problemas y de hacer cambios en sus métodos de producción para contribuir a aligerar el problema. Una gran parte de este esfuerzo se centra en el apoyo al reciclaje de los materiales de envase.

La solución del problema de los desechos sólidos no pueden ser alcanzada sólo por la industria del envase; requiere forzosamente cambios en el estilo de vida de todos los ciudadanos. Algunos de estos cambios son tan simples como aprender a separar los materiales reciclables del resto de los demás desechos. Otros cambios que pudieran requerirse, tales como sacrificar la conveniencia de usar productos desechables, serán más difíciles de lograr. El cambio más importante implica aceptar la realidad de que las comunidades deben contar con instalaciones para la disposición de residuos y que, inevitablemente, tiene que ubicarse en el vecindario de alguien.

Se requiere desarrollar metodologías apropiadas para determinar la ubicación, socialmente necesaria pero generalmente indeseada, de instalaciones como prisiones, estaciones de transferencia, plantas incineradoras y rellenos sanitarios. Es necesario aceptar que, si queremos compartir los beneficios, también debemos compartir las cargas.

¿Desaparecerán los problemas ambientales originados por la industria del envase cuando se resuelva los problemas de disposición de la basura? Eso sería muy conveniente, pero ciertamente no será el caso. Se prevé escasez inevitable de petróleo en el largo plazo, aunque cuando y que tan severa será dependerá en gran medida de nuestra habilidad para conservar las reservas mediante ahorros en el consumo de los combustibles y el uso de fuentes alternativas de energía. La industria del envase es una industria que consume energía, por lo que tiene una responsabilidad importante en este asunto. Esta industria también contribuye a la contaminación del agua y del aire.

Un problema todavía más trascendente es el calentamiento global. La evidencia muestra que el efecto invernadero es real y que tiene el potencial de provocar cambios climáticos devastadores. Debemos de inmediato encontrar nuevos caminos para reducir la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera.

Puesto que el bióxido de carbono proveniente de la incineración y del consumo de combustibles fósiles es un factor muy significativo en el calentamiento atmosférico, la conservación de estos recursos valiosos puede contribuir al remedio de este problema.

A pesar de que la industria del envase representa una parte muy pequeña de este problema, cualquier cambio que se realice para conservar combustible seguramente tendrá efectos positivos.

Para poder evaluar correctamente los efectos de los cambios que se lleven a cabo en el uso de materiales o en los procesos industriales, debe recordarse que es esencial analizar el sistema como un todo, incluyendo las etapas de extracción, beneficio, manufactura, conversión, llenado, distribución y disposición de los envases.

## MARCO NORMATIVO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y ENVASES

Las diferencias en la problemática del manejo de los desechos sólidos y en las condiciones particulares de los diversos países hace necesario analizar en forma separada los aspectos generales de algunos de ellos, para poder enmarcar adecuadamente los correspondientes planteamientos legislativos sobre la protección del medio ambiente y sus efectos sobre la industria del empaque.

Tal como se mencionó antes, existe muy poca legislación a este respecto en los países en desarrollo. Por otra parte, en vista del próximo Tratado Libre Comercio entre los tres países de América del Norte, se ha dado mayor énfasis a la normatividad ambiental en EUA y en Canadá. Además por estar marcando pautas a seguir y por ser un mercado importante para los productos de exportación mexicanos, también se presentan consideraciones legislativas de la CE y de algunos de sus países miembros, así como de Japón. Cabe señalar también que las primeras partes de este capítulo son sólo introductorias a la fuente principal de información consultada – que es el banco de datos en materia de legislación de desechos sólidos; dicha fuente ha sido descrita en la sección 4.6 de este documento y contiene más de 150 referencias directas.

### Normatividad ambiental – envases en Estados Unidos

- Reciclaje
- Depósito para envases de bebidas
- Prohibición de uso/disposición de envases.
- Plásticos degradables.
- Rellenos sanitarios
- Recuperación de energía.
- Etiquetado ecológico
- Legislación federal y estatal.

### Consideraciones legislativas en Estados Unidos

#### Normatividad sobre protección del ambiente y RSM

El desafío de administrar los volúmenes crecientes de desechos sólidos, aunado a una reducción del espacio disponible en los rellenos sanitarios, ha intensificado los esfuerzos federales, estatales y municipales para encontrar soluciones legislativas a este crítico problema en los Estados Unidos.

En lo concreto, en materia de desechos provenientes de los envases y embalajes, la legislación reciente se ha enfocado preponderantemente a tratar de incrementar los niveles de reciclaje, como un medio para disminuir los volúmenes de desechos sólidos; a establecer depósito obligatorio en envases de bebidas, para promover su reutilización y disminuir la basura callejera; a reglamentar el uso obligatorio de la codificación de los envases de plástico rígido; a promover el uso de plásticos degradables; y a prohibir algunos tipos de envases. Adicionalmente diversos estados han considerado cuestiones de reducción de origen y metas de reducción de volúmenes de basura.

En 1991 se encontró que el 57% de los norteamericanos estaba preocupado por la calidad del medio ambiente y que la mayoría consideraba—su papel de consumidores—tener responsabilidad sobre el impacto que produce un mal manejo de desechos sólidos. El 47 % mencionó que no compraría un empaque que tuviera un impacto ambiental negativo, aunque un sondeo de la revista Packaging encontró que el público demanda cada día más características de comodidad en los productos alimenticios (empacados), tales como posibilidad de horneado en microondas, fácil apertura y sellado, menor cantidad de materiales de envases. Cerca del 80% considera que muchos productos demasiosos empaques y casi un 50 % afirman que rechazarían productos que estuvieran sobreempacados. En general las características de conveniencia como las que se solicitan están técnicamente en contra de envases simples y mínimos, aunque obviamente esto no lo sabe el consumidor.

En total, en 33 estados y en el Distrito de Columbia se cuenta con leyes detalladas de reciclaje; en 21 estados más de este distrito se requiere separar los reciclables desde el origen. En ocho estados se necesita

que los fabricantes usen material reciclado en sus empaques, incluyendo en manera destacada a California Wisconsin y Oregon.

## **Reciclaje**

Las tendencias legislativas recientes sobre reciclaje en EUA incluyen mandatos a fabricantes de productos, así como prohibiciones de disposición de bienes reciclables corrientes y no sólo de “desechos problema”, como son el aceite de autos e industrial, las pilas, las baterías, y los electrodomésticos. La legislaciones estatales están llegando ala fuente, es decir a los fabricantes, incitándolos a usar determinadas cantidades mínimas de materiales reciclados, a reducir la producción u uso de materiales tóxicos, a evitar “pretensiones ambientales” no sustentadas en las etiquetas de sus envases y aún a recolectar y reciclar materiales problemáticos.

Es probable que esta tendencia continúe en el futuro cercano, en la medida que los estados busquen compartir el costo financiero del establecimiento de la infraestructura necesaria para el reciclaje. Adicionalmente, los estados están enfatizando la importancia del reciclaje en sus políticas de adquisición de bienes, ofreciendo precios preferenciales para los productos reciclados y fijando metas para la compra de los productos reciclados.

En comparación con años anteriores, en 1991 el reciclaje de plásticos se incrementó enormemente, lográndose reprocesar más de 250 mil ton de estos materiales, incluyendo 30 % de botellas de refrescos de PET y 9 % de botellas de plástico rígidos. Más de 4 400 comunidades tienen ya programa de reciclaje de plásticos.

Las empresas Wellman Inc. recicló mas de 100 millones de botellas de PET, convirtiéndola en fibras de poliéster para la elaboración de alfombras, trajes y rellenos de chamarras de invierno. La Coca Cola y la Pepsi Cola empezaron a usar 25 % de PET reciclado en sus nuevas botellas de refrescos, lo cual representa el primer uso de plástico reciclado en contacto directo con un producto alimenticio. El proceso de reciclaje descompone el polímero del PET en las moléculas originales, reconstruyendo (purificando) posteriormente la resina de plástico, que así ya puede usarse nuevamente para botellas.

El reciclaje del poliestireno se desarrolla con gran ímpetu. Existe ya cuatro plantas de reprocesamiento ubicadas en Filadelfia, Los Angeles, San Francisco y Chicago; creadas y operadas por una asociación de fabricantes de este plástico. Cada planta tiene capacidad para reciclar 13 millones de ton de PS al año. La meta establecida por los fabricantes es de 125 mil ton para 1995, equivalentes a 25 5 de la cantidad de material utilizado anualmente para el empaque de alimento.

Los esfuerzos en campo del PVC, emprendidos por los miembros del Council on Plastics and Packging in the Environment (COPPE), incluyendo el desarrollo de un empaque hecho de material reciclado que obtuvo dos premios en 1991, así como la instalación y prueba comercial de un sistema que automáticamente clasifica las botellas de PVC, separándolas de otras botellas de plástico, en un relleno sanitario municipal, en Nashville, Tenn. Este sistema, establecido por el Instituto del Vinilo, plantea la premisa de que el reciclaje de plástico puede ser económicamente viable.

## **Depósito para envases de bebidas**

Existe la propuesta legal de volver obligatorio, a nivel nacional, que los fabricantes controlen el desecho de sus envases mediante el establecimiento de un depósito de 10 centavos sobre botella o latas hasta de un galón de capacidad, sin importar el material de que estén hechos (metal, papel, plástico o vidrio). La propuesta se debe a la noción generalizada ( aunque equivocada) de considerar a los envases desechables como los principales culpables de la crítica situación de los desechos sólidos en EUA.

Los recursos generados por este depósito serían canalizados por los estados a programas de prevención contra la contaminación. Sin embargo, esto continúa en discusión en el Congreso Federal. Como ya se menciono antes, sólo nueve estados tienen legislación de depósito obligatorio, y no ha sido claramente demostrado que está sea la solución.

## **Sistema de codificación para botellas de plástico.**

En 1988, el Instituto de las Botellas Plásticas de la Sociedad de la Industria de los Plásticos (SPI) propuso crear un sistema de codificación para simplificar la identificación de los materiales con los que se fabrican envases rígidos de plástico. El propósito de la codificación es auxiliar a empresas recicladoras en la selección de los plásticos, de acuerdo con el tipo de resina con que están fabricados. El sistema fue diseñado para ser usado voluntariamente por los productores de botellas y envases rígidos, de modo que

el código quede aplicado durante el moldeo o impreso por algún otro método, en la base del contenedor de plástico.

El sistema de codificación ha sido adoptado por gran cantidad de industrias, no sólo en EUA sino en el mundo entero, pues provee una marca de identificación consistente, que resuelve las necesidades de la industria recicladora, tal como fueron planteadas por las mismas empresas seleccionadoras y recicladoras. El sistema fue diseñado para dar también facilidades a las personas que seleccionan los envases desechados, evitando complejidades que hubieran requerido una capacitación extensiva de los trabajadores y que hubieran podido conducir a confusiones o equivocaciones.

Dadas las condiciones actuales de los mercados de los materiales reciclables, es extremadamente

*Sistema de codificación para botellas de plástico*

Fechas de entrada en vigor

Estado	Fecha límite	
Connecticut	Enero 1, 1990	
Florida	Julio 1, 1990	
Illinois	Enero 1, 1991	PET
Louisiana	Enero 1, 1991	
Ohio	Enero 1, 1991	
New Jersey	Enero 1, 1991	PE-AD
Missouri	Enero 1, 1991	
Minnesota	Enero 1, 1991 (likely effective date)	PVC
Wisconsin	Enero 1, 1991 (phase-in begins)	
North Carolina	Julio 1, 1991	PE-BD
Texas	Julio 1, 1991	
Maine	Julio 1, 1991	
Colorado	Julio 1, 1991	PP
Massachusetts	Julio 1, 1991	
North Dakota	Diciembre 31, 1991	
Michigan	Enero 1, 1992	PS
California	Enero 1, 1992	
Indiana	Enero 1, 1992	
Iowa	Julio 1, 1992	OTROS

From *Plastics and Recycling* (ed. 1990), Nat. Resour. Council, Inc. 1990.

Importante que el sistema de codificación sea estandarizado por todos los países. El uso de sistemas de codificación distintos por diversas industrias o países podrían afectar significativamente el flujo del comercio internacional.

El sistema permite que el código sea detectado y leído fácilmente. La base del código es un símbolo de forma triangular, integrado por tres flechas, con un número específico en el centro para representar el material a partir del cual está hecha la botella. Los equivalentes numéricos de las resinas poliméricas son los siguientes:

- 1 PET (Polietilenterftalato) (PET)
- 2 PE- AD (Polietileno de Alta Densidad) (en inglés HDPE)
- 3 Vinilo, Poli- Cloruro de Vinilo (PVC)
- 4 PE- BD Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
- 5 PP. Polipropileno
- 6 PS. Poliestireno
- 7 Otros. Incluye las demás resinas y los materiales multicapa

Al presente, 22 estados de la Unión Americana han implantado legislación volviendo obligatorio el uso de esta codificación.

### Prohibición de uso de envases.

Algunos estados y municipalidades han impuesto prohibiciones al uso de determinados tipos de envases porque causan dificultades de reciclaje o de disposición final. Entre éstos se encuentran envases no retornables, envases no reciclables, envases de poliestireno expandido y, aunque no son envases, hasta pañales desechables. En 12 estados se ha precisado la prohibición de incluir con la basura regular a 45 productos, buscándose que no lleguen más a los rellenos sanitarios. Dichos productos incluyen acumuladores de automóvil, baterías, llantas, aceite usado, residuos de jardinería, muebles y aparatos electrodomésticos grandes.

### Plásticos degradables

Afortunadamente ya se acepta de manera generalizada, no sólo en Estados Unidos sino en el mundo entero, que la biodegradabilidad de los residuos no necesariamente es útil para garantizar la destrucción del producto o envase y contribuir a extender la vida de los rellenos sanitarios. Aún los desechos orgánicos como la carne, las verduras y el papel pueden requerir periodos extremadamente largos para biodegradarse al estar enterrados. Sin embargo, existen localidades, como el Estado de Florida, que exige que los plásticos sean fotodegradables, con el fin de reducir de reducir al mínimo la basura callejera. Asimismo, el soporte del polietileno usado para hacer unitario y transportar seis latas de bebidas (six-pack) debe estar echo de plástico fotodegradable.

### Rellenos sanitarios.

La Environmental Protection Agency (EPA) expidió en 1991 una nueva reglamentación para rellenos sanitarios, que constituye el primer conjunto de requerimientos federales para los 6 000 confinamientos que existen a nivel nacional. Este conjunto de reglamentaciones establece normas para localización, diseño, operación, monitoreo del agua subterránea, clausura definitiva y aspectos de financiamiento de los rellenos. En 1991, un estudio efectuado por la EPA determinó que 19 estados no satisfacen los criterios de operación de los rellenos sanitarios. De acuerdo con esta Agencia, sólo el 25% de los 6 000 tiraderos a nivel nacional monitorean la contaminación del agua subterránea. La nueva reglamentación presionará el cumplimiento de normas estrictas o el cierre de dichas instalaciones. Los costos anuales para cumplir con los nuevos requerimientos se estiman en aproximadamente \$ 330 millones de USD.

### Recuperación de energía

En 1991, cerca del 15 % de los desechos sólidos generados anualmente en Estados Unidos, o sea 30

Cuadro 2  
Desechos prohibidos en tiraderos

Estado	Acumuladores Acidos/ Pb	Desperdicios Jardín	Llantas sin procesar	Aceite usado	Enseres domésticos mayores	Otros
California	O			O		A
Connecticut	O	O <sup>(1)</sup>				
Distrito Columbia				O		
Florida	O	O <sup>(2)</sup>	O	O	O	B
Georgia	O					
Hawaii	O					
Illinois	O	O	O			
Iowa	O	O	O	O		C
Kansas	O		O			
Kentucky	O					
Lousiana	O		O	O	O	
Maine	O					
Massachusetts	O	O	O	O	O	D
Michigan	O	O				

Minnesota	O	O	O	O	O	E
Missouri	O	O	O	O	O	
New Hampshire	O					
New Jersey		O <sup>(1)</sup>				
New York	O					
North Carolina	O	O <sup>(2)</sup>	O	O	O	
Ohio	O	O	O			
Oregon	O		O			F
Pennsylvania	O	O <sup>(1)</sup>				
Rhode Islan			O <sup>(3)</sup>			G
Tennessee	O					
Vermont	O		O	O	O	
Virginia	O					
Washington	O					
Wisconsin	O	O	O <sup>(4)</sup>	O <sup>(4)</sup>	O	H
Wyoming	O					

Fuente S. G. Panvalkar 1991

#### Notas

Las disposiciones de desperdicios

De jardín se aplican sólo a hojas

1. Las disposiciones sólo se aplican a tiraderos
2. Aplicado a incineradores
3. Puede ser incinerador con recuperación de energía
- 4 Puede ser incinerado con recuperación energía

A Pilas Niquel Cadmio  
 B Escombros de construcción y demolición  
 C Bolsas no biodegradables  
 D. Aluminio, vidrio envases de metal, plástico t papel reciclable  
 E Celdas secas de baterías que contengan óxido de mercurio o electrodos óxido-plata , niquel-cadmio  
 F Material reciclable previamente separado  
 G Cargas de desperdicios comerciales con contenido reciclable en un 20 %  
 H Bolsas de plástico para desechos de jardín plástico, metal, vidrio, revistas periódico.

millones de ton de RSM, fueron transformados en energía mediante incineración en 138 plantas especializadas (Waste to Energy – WTE- Plants). Esto representó cerca de 0.4 % de toda la energía producida ese año. Actualmente se encuentran en desarrollo más de 100 plantas, que están en alguna de las etapas de planeación, construcción o certificación. Una vez que operan estas plantas, se estima que podrá lograrse procesar hasta 53 millones de ton de RSM, que representan 24 % del flujo de desperdicios estimados para el año 2000. El departamento de Energía de EUA considera que estas plantas WTE podrían suministrar del orden de 2 % de las necesidades de energía para el año 2010.

#### Etiquetado ecológico

El etiquetado ecológico fue una de las principales preocupaciones en 1991 y se espera que esto continúe en 1992. El COPPE realizó una investigación sobre las decisiones que toman los usuarios respecto de la adquisición de productos empacados y encontró que la mayoría de las personas tienen serias confusiones en materia de simbología del reciclaje.

Esta confusión de los consumidores es aprovechada por algunos fabricantes para tomar crédito ecológico sobre aspectos irrelevantes. En el Reporte Verde (“The Green Report II”) se presentan recomendaciones relativas al etiquetado ambiental responsables, entre las que figuran las siguientes:

- La información que pretende “garantizar” características ambientales de los productos deberán ser tan específicas como sea posible, completa, sin vaguedades, generalidades o ambigüedades.
- La información deberá ser sustantiva y estar soportada por evidencia científica confiable.
- Si un producto puede ser reciclado o transformado en composta, en muchas pero no en todas las comunidades donde será vendido, se deberá indicar esto a nivel nacional.
- Los certificados ambientales y etiquetas de aprobación deberán ser diseñados y promovidos como con sumo cuidado, para evitar que el público tenga una interpretación incorrecta.
- La pretensión de que se lleve a cabo la reducción en la fuente deberá ser muy específica y, cuando sea posible, incluir porcentajes. Las comparaciones deberán ser claras y completas.

El Environmental Marketing Claims Act- una ley federal establecida por el Congreso-, además de estimular el desarrollo de tecnologías y prácticas innovativas para favorecer la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente establece los siguientes puntos en la relación con e etiquetado:

- La información presentada deberá proporcionar guías a los consumidores para comparar las pretensiones ambientales de los productos comerciales.
- Se requiere que la establezca normas y definiciones uniformes par las pretensiones ambientales. Por ejemplo, bajo esta ley, un producto que señale ser reciclable, deberá cumplir con un mínimo de reciclabilidad hasta el año 2000 y de50% después de dicha fecha.
- Los productos que pretendan ser reusables o rellenables deberán ser contenidos en empaques que permitan su reutilización, cinco veces al menos.
- Los productos que pretendan ser biodegradable y fotodegradables deberán probar ser ambientalmente benignos y descomponerse sin la liberación de residuos sintéticos o tóxicos.

### **Legislación federal adicional**

Respecto de los plásticos, los envases y los desechos sólidos, el Congreso de la Unión se ha esforzado en actualizar la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act – RCRA), aprobado originalmente en 1965 y cuya versión más reciente data de noviembre de 1984. La RCRA e una legislación integradora de otras e incubadora de otras leyes sobre residuos sólidos y peligrosos e incluye normas referentes a la autorización de los rellenos sanitarios, el reciclaje y la conversión de los residuos a energía (WTE). A finales de 1991, la EPA promulgo el esperado reglamento sobre los rellenos sanitarios, mismos que están incluidos en e Subtítulo D de la RCRA (la sección sobre desechos sólidos no peligrosos no peligrosos), embargo, sigue en discusión la revisión completa de la RCRA.

Es un esfuerzo dirigido a elevar al máximo sus reivindicaciones, once grupos de interés ambientalista presentaron propuestas de cambio al RCRA, ante el Congreso estadounidense. Varias de las propuestas y planteamientos están dirigidas a atacar al envase y al embalaje, pues lo grupos consideran que actualmente, la tecnología de la industria del empaque no está suficientemente reglamentada. Es interesante el planteamiento de una norma de eficiencia que sugiere que el envase de los productos que se venden empacados no debe de ocupar más del 10% del peso o volumen total. Querer obligar de modo general a las empresas a pasar por situaciones de esta naturaleza sólo conduce a reprimir la creatividad, pues los industriales siempre han buscado (excepto tal vez en productos de lujo, como perfumes) reducir al mínimo el uso de materiales de envase, ya que eso es trae beneficios económicos. Un segundo planteamiento requiere que los envases de bienes de consumo estén hechos con materiales reciclables. De acuerdo con lo que se ha presentado en este estudio, También se considera que esa propuesta está emitida a la ligera, sin considerar la totalidad de parámetros que intervienen en la producción, uso y disposición de los envases y embalajes. Otras propuesta incluyen la estandarización de forma de color de los envases y el establecimiento de normas para el contenido mínimo de materiales reciclables.

Algunos estatutos y leyes federales que tienen que ver también con la protección del medio ambiente y que afecten a la industria del envase y e embalaje, son los siguientes:

- Ley Sobre Are Limpio (Clean Air Act- CAA).
- Ley Sobre Agua Limpia ( Clean Water Act –CWA).
- Ley Sobre Agua Potable (Safe Drinking Water Act – SDWA).
- Ley Sobre Reglamentación y Lineamientos de los Servicios Públicos Public Utilities Regulatory and Policy Act – PURPA).
- Ley Sobre Respuesta Ambiental Integral, Compensación y Responsabilidades (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act – CERCLA = Super – fund).

## Legislación en los estados

Los desperdicios sólidos continúan siendo la principal preocupación, habiéndose introducido más de 500 iniciativas de Ley en 1991, en los 50 Estados. Una revisión de la de la legislación de años pasados indica que fundamentalmente los estados se enfocan a incrementar el nivel del reciclaje como una medida administrativa para el manejo de los desechos sólidos. Para promover el reciclaje, los estados estimulan los mercados mediante a creación de consejos para promover a comercialización de los residuos y analizar la factibilidad económica de manufacturar productos con contenido variable de materiales reciclados.

Uno de los tipos más populares de legislación en 1991 fue e requerimiento obligatorio del reciclaje para el empaque (42 iniciativas fueron introducidas en 1991). Una agrupación de organismos no gubernamentales introdujo un modelo de legislación ambiental en diez estados.

En Massachussets, los grupos ambientalistas se unieron a representantes del gobernador y a los senadores estatales para presentar una iniciativa que requiere que el empaque sea reducido en su origen, sea reusable y reciclado en un 50 por ciento. Específicamente, la iniciativa busca prohibir el uso de aquellos envases que no cumplan con as siguientes características:

- Alcanzar 25 % de reducción en su origen, respecto de los cinco años previos.
- Ser reusable un mínimo de cinco veces.
- Contener un mínimo de 25% de material reciclado (por peso) para julio de 1996; que debe llegar a 35% para 1999 ya 50 % para el año 2002.
- Ser reciclable a una tasa de 25% para 1996; 35 % para 1998 y 50 para el año 2001.

Bajo esta iniciativa, cada una de las seis resinas plásticas más importantes deberá satisfacer individualmente estos requerimientos.

E Oregon, a iniciativa del Senado No S. B. 66 recibió una aprobación unánime y fue firmada por

Cuadro 3  
Metas de reciclaje por estados

Estados	Metas	%Reciclado	Millones de Ton recicladas
California	50% para 2000	11 en 1990	5.486
Connecticut	25% para 1991		
Distrito Columbia	45% para 1994	8% en 1989/90	0.064
Florida	30% para 1994	15% en 1990	2.8
Georgia	25% para 1996 (1)		
Illinois	25% para 2001 (2)	5% en 1989/90	0.717
Indiana	50% para 2001		
Iowa	50% para 2000		
Lousiana	25% para 1992		
Maine	50% para 1994	17% en 1988	0.277
Maryland	20% para 1994 (3)		
Massachusetts	56% para 2000 (4)		
Michigan	40-60 para 2005		
Minnesota	25% para 1993 (5)	23% en 1989/90	0.985
Mississippi	25% para 1996		
Missouri	40% para 1998	7% en 1987	0.347
Nebraska	25%		
New Hampshire	40% para 2000		
New Jersey	25% (6)	39% en 1990	5.485
New México	50% para el 2000		
New York	50% para 1997 (7)	15 en 1989	3.0
North Carolina	25% para 1993		
Ohio	25% para 1994	1% en 1989	0.144
Pennsylvania	25% para 1997	4% en 1989	0.378
Rhode Island	15%	12% en 1990	0.043
South Dakota	20% para 1995		
Vermont	40% para 2000	18% en 1990	0.070
Virginia	25% para 1995		

Washington	50% para 1995	28% en 1990	1.574
West Virginia	30% para el 2000		
Wisconsin	-	41% e 1988 (8)	2.0

Fuente S G. Panvalkar

La presenta lista abarca solamente metas finales de reciclado, muchos estados tienen metas internas

1. 25 % por cápita de la generación de desperdicios en 1992
2. Esta meta se aplica a estados con poblaciones menores a 100 000 habitantes. Para estados con poblaciones a 100 000 así como urbes mayores a 1 millón la tasa es de 25% para 1997.
3. A meta óptima de reciclaje es del 20 por ciento. Estados con poblaciones mayores a 150 000 habitantes deben reciclar a menos 15% de para 0os desperdicios. Estados con poblaciones menores a 150 000 debe reciclar al menos 5 por ciento.
4. Para 1990 la meta es de 46% en reciclado y 10% en reducción elevándose la tasa para el año 2000
5. Las grandes urbes deben reciclar el 35 % para 1993
6. Meta 39% de reciclado



El gobernador, lo cual implica que para 1995 los recipientes de plástico rígidos deberán ser reusables, o tener una tasa de reciclaje de 25% y un contenido de 25% de plástico reciclado. Bajo esta ley, las resinas de plástico requieren el mismo tratamiento individual, siempre y cuando el total de insumos satisfaga esta norma. La ley también requiere que los gobiernos locales incluyan envases de plástico rígido en programas de recolección, cuando exista un mercado estable que represente ingresos iguales o superiores al 75 % de los costos de recolección.

Una legislación similar fue manejada en California en 1991. La nueva ley requiere que los recipientes de plástico rígido, entre onzas y cinco galones de capacidad, sean:

- Reciclados en 10 % para 1993; 25% para 1995 (35 % para 1993 y 55 para 1995 para el PET).
- Contengan el 10% de plástico reciclado para 1993 y 25 % para 1995.
- Sean reusables o rellenables
- Reduzcan 10% el peso o volumen del que tenían en 1990 y modifiquen la misma proporción cada cinco años.

La Coalición de Gobernadores del Noroeste (CONEG) planteó una legislación que requiere que los fabricantes cumplan con alguna de las siguientes medidas para el 1° de Enero de 1996:

- Reducir la cantidad de materiales de empaque respecto de los niveles de 1998, utilizando una combinación de las siguientes medidas: reducción en el origen; ser reusables/rellenables; utilizar materiales reciclables o reciclados del envase.
- El empaque deberá reducirse en el origen 10%; reciclarse en 25% incluyendo 25% de material reciclado/rellenado un mínimo de cinco veces.

Muchos productores de alimentos han expresado su preocupación respecto de su capacidad para alcanzar los requerimientos legales de reciclaje o reuso. El problema es particularmente agudo para pequeños o medianos productores de alimentos que no tienen fuentes para alcanzar un nivel de reciclaje del 25 por ciento.

### **Perspectivas legislativas para 1992-1993**

Se espera que para el periodo legislativo 1992-1993 continúen las mismas tendencias básica en la normatividad sobre los desechos sólidos, con los siguientes puntos principales:

- Acción federal sobre el contenido ecológico del etiquetado.
- Actualización y autorización formal de la RCRA
- Proliferación de leyes sobre contenido mínimo de materiales reciclables

La Federal Trade Commission, que regula el comercio interestatal, espera efectuar algunas asociaciones sobre las eco-etiquetas, dependiendo del curso de acción que siga el Congreso, la EPA y los diversos estados.

En el Congreso, los promotores de la RCRA intentarán celebrar audiencias adicionales, para que esta legislación sea aceptada antes de fin de 1992. Sin embargo, existe mucha discusión para su aprobación, por los recursos económicos que deberá erogar el país en caso de ser aceptada.

Otro aspecto que está por discutirse es la preocupación de que no se alcancen las metas de reciclaje estipuladas tanto a nivel estatal como nacional. Los fabricantes de envases están preocupados por las presiones económicas que implica el cumplimiento de las metas.

La demanda de reciclaje es percibida como lata, pero el valor de los subproductos que se reciclarán está en su punto más bajo, debiendo además competir con precios deprimidos de las materias primas vírgenes. En esta situación, los ingresos que esperaban tener algunos programas de reciclaje no están siquiera acercándose a las proyecciones que tenían originalmente.

Si esta situación continúa, se traducirá en menores presiones de reciclaje o en una reducción de la demanda de materiales reciclados. Para contrarrestar esto, los legisladores municipales y estatales podrían introducir nuevas normas que obliguen a usar en mayor medida materiales reciclados, Al mismo tiempo, no se considera que vaya a disminuir la necesidad de satisfacer los requerimientos de manejo de los desperdicios sólidos. Tal situación puede conducir a tratar de identificar otras opciones de desecho para 1992-1993.

### **Panorama reglamentario canadiense sobre medio ambiente y envases**

#### **Antecedentes**

En Canadá, el envase y el embalaje es una industria de \$12 mil millones CaD, de acuerdo con un estudio de la compañía Levesque, Beaubien Inc. De este total, los envases para alimentos y bebidas representan el 60 por ciento. La industria del envase es uno de los principales factores de la economía canadiense, en el cual trabajan más de 52 mil empleados. Por otra parte, los envases y embalajes constituyen una de las principales componentes de los desechos generados por los canadienses.

Sin embargo no está muy claro cual es el nivel gubernamental que tiene la responsabilidad constitucional

#### **Normatividad ambiente envases en Canadá**

- Programa de recolección selectiva "Blue Box"
- Protocolo nacional del empaque
- Código canadiense de prácticas preferenciales de envasado
- Etiqueta ecológica

De reglamentar la producción, el uso y la disposición de envases. Esta falta de claridad jurisdiccional refleja la situación general de los asuntos ambientales, pues la Constitución no los asigna específicamente al gobierno federal o alas gobiernos provinciales. En ocasiones, el gobierno federal tiene jurisdicción

exclusiva, mientras que en otras la tienen las provincias y aún en otras la responsabilidad es conjunta o se traslapa.

Usualmente, la responsabilidad de la recolección y disposición de la basura ha sido delegada por los gobiernos provinciales a los gobiernos municipales, a pesar de que éstos no tienen status constitucional alguno.

La industria está renuente a tener que cumplir con decenas de conjuntos de reglas provinciales, por lo que ha expresado el deseo de que se establezcan normas nacionales para el envase y el embalaje. Notario, al igual que otras provincias, ha indicado que está dispuesta a implantar normas propias, aunque también preferiría que el gobierno federal establezca una reglamentación nacional.

El programa de recolección selectiva domiciliar (al borde de la banqueta) de la Provincia de Notario, denominado "Blue Box" (caja o reja azul), se inició en 1986 y, para fines de 1991, había logrado recuperar más de 1 millón de toneladas de materiales reciclables. De esa cantidad, cerca de 65% fue papel (de periódico y cartón corrugado), 23% vidrio, 10% latas metálicas y 2% plásticos y otros materiales. Actualmente el programa da servicio a más de 2.3 millones de hogares unifamiliares y a más de 300 mil edificios y unidades habitacionales plurifamiliares. El folleto explicativo del programa, que se reparte en todos los hogares, señala los siguientes pasos que deben seguir los participantes:

- Coloque todos los frascos y botellas de vidrio, latas metálicas, botellas y garrafrones de plástico que vaya a desechar, en su reja azul.
- Enjuague previamente estos envases y quíteles todas las tapas o taponos que tengan. No es necesario quitar etiquetas de los envases. (Nota: las botellas vacías de aceite de motor no deben enjuagarse y debe dejárseles la tapa bien cerrada para evitar que se tire el aceite residual).
- El papel periódico, los directorios telefónicos viejos y las cajas de cartón corrugado deben presentarse atados con una cuerda, o en bolsas de plástico del tipo delas que reciben en supermercados. Los atados o bultos con el papel y el cartón deben tener un tamaño máximo inferior a los 60cm x 60 cm x 30cm y deben colocarse en la banqueta junto a la reja azul, o encima de ella, el día de la recolección. Las cajas de cartón corrugado que se reciben son las usadas para muebles, aparatos electrodomésticos, estéreos y otros equipos electrónicos.
- No deben incluirse en los atados cajas de pizza ni revistas. Tampoco deben ponerse cajas de cereales, zapatos y otras aplicaciones del cartón plegadizo, ni celulosa prensada como cartones de huevo.
- No deben ser incluidos en la reja azul artículos como los siguientes: acumuladores, baterías, pilas, focos, tubos fluorescentes, vidrios rotos de ventanas, espejos, loza, cerámica, artículos de barro cocido (botellas, garrafrones, vasos, cazuelas, ollas, platos), floreros, latas de pintura, chatarra metálica, llantas viejas, contenedores y tapas de plástico y aerosoles.
- Tampoco deben incluirse en la reja azul productos tóxicos y peligrosos ni envases que hayan contenido productos como insecticidas, pesticidas, raticidas, herbicidas, limpiadores (de muebles, de cristales, de cocina, de baño, de metales), detergentes, blanqueador de ropa, destapacaños, crema de zapatos, naftalina, solventes.

### **Protocolo nacional del empaque**

Actualmente existe muy poca normatividad, ya sea federal o provincial, orientada hacia la cantidad o los tipos de envases y embalajes. El uso de algunos materiales específicos está prohibido, como por ejemplo utilizar CFCs para la producción de poliestireno expandido. En muchas provincias existen incentivos para el uso de latas y botellas retornables. La ley sobre envases de consumo y etiquetado regula este tipo de bienes, pero se enfoca fundamentalmente a los aspectos informativos y a asegurar que el consumidor no sea engañado.

La reciente Ley Canadiense para la protección del medio ambiente está redactada de una manera tan vaga, que podría permitirle al gobierno establecer políticas respecto de un envasado excesivo.

## Protocolo nacional del empaque de Canadá

Política No. 1: Todos los envases que se utilicen en Canadá tendrán un impacto mínimo sobre el medio ambiente.

Política No. 2: La escala de prioridades de la gestión integral de envases y embalaje será:

- Reducción de origen
- Reutilización
- Reciclaje

Política No. 3: Se establecerá una campaña permanente de información, educación y capacitación, con el fin de lograr que todos los canadienses estén conscientes de las funciones y los impactos ambientales del envase y el embalaje

Política No. 4: El conjunto de políticas que integran el “Protocolo Nacional del Empaque”, así como la normatividad que de él resulte, se aplicará a todos los envases usados en Canadá, incluyendo los de importación.

Política No. 5: Se implantará la normatividad que sea necesaria para lograr el cumplimiento de este conjunto de políticas

Política No. 6: Todas las políticas, lineamientos y acciones gubernamentales de cualquier nivel, que afecten a los envases y embalajes, deberán ser consistentes con este conjunto de políticas nacionales.

En mayo de 1989, el Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (CMA) estableció un “Grupo de Trabajo Nacional sobre Envases”, con la misión de sugerir políticas nacionales para la gestión de los envases. En el grupo participaron representantes del gobierno federal, de los gobiernos de cada provincia, de la Federación Canadiense de Municipios y de las Asociaciones Canadienses de las siguientes áreas industriales y comerciales: Distribuidores de Alimentos; Envases y Embalajes; Fabricantes de Plásticos; Plásticos y Medio Ambiente; Protección de Consumidor; Procesadores de Alimentos; Red del Medio Ambiente y Abogados Ambientalistas. El grupo desarrolló un documento denominado “Protocolo Nacional del Envase y el Embalaje”, que propone establecer seis políticas nacionales.

El grupo de trabajo acordó que el Protocolo debería concentrarse en envases y embalajes de consumo, de distribución e industriales, así como que se enfocaría a la problemática de la gestión del ciclo de los envases a través de la reducción en la fuente, la reutilización y el reciclaje, únicamente.

Decidió no considerar opciones de disposición como la incineración, ni tampoco los efectos que las técnicas de disposición (incineración y relleno sanitario) tendrían sobre el diseño de los envases.

En lugar de recomendar el establecimiento de una ley federal, el Protocolo hace un llamado a la industria para que actúe voluntariamente y defina una serie de medidas que serán asumidas para apoyar y orientar las iniciativas industriales. También plantean el requerimiento a los gobiernos federales y provinciales de que cuando implanten reglamentación a la producción, uso y disposición de los envases, solamente especifiquen requisitos de desempeño, metas y fechas para alcanzarlas.

El protocolo fue adoptado por el gobierno federal y las provincias, por conducto del CCMA, el 20 de marzo de 1990. Las seis políticas que constituye el Protocolo son las siguientes:

Política # 1 : Todos los envases que se utilicen en Canadá tendrán un impacto mínimo sobre el medio ambiente.

Política # 2 : La escala de prioridades de la gestión integral de envases y embalajes será: reducción de origen (en la fuente), reutilización y reciclaje

Política # 3 : Se establecerá una campaña permanente de información, educación y capacitación, con el fin de lograr que todos los canadienses estén conscientes de las funciones y los impactos ambientales del envase y el embalaje.

Política # 4 : El conjunto de políticas que integran el “Protocolo Nacional del Envase”, así como la normatividad que de él resulte, se aplicará a todos los envases usados en Canadá, incluyendo los de importación

Política # 5 : Se implantará la normatividad que sea necesaria para lograr el cumplimiento de este conjunto de políticas.

Política # 6: Todas las políticas, lineamientos y acciones gubernamentales, de cualquier nivel que afecten a los envases y embalajes, deberán ser consistentes con este conjunto de políticas nacionales

Protocolo Nacional propone también las siguientes metas para el gobierno y la industria.

- a) Para el 31 de diciembre de 1990: Todas las provincias habrán establecido un sistema de captura de datos que deberán operar como un banco nacional de información coordinada, con el fin de asegurar el monitoreo de las siguientes metas.
- b) Para el 31 de diciembre de 1992: La cantidad de envases desechados que lleguen a disposición final será inferior al 80% de lo que llegaba en 1988.
- c) Para el 31 de diciembre de 1996: La cantidad de desechos de envase que lleguen a disposición final, será inferior al 65 % de lo que llegaba en 1988.
- d) Para el 31 de diciembre de 2000: La cantidad de desechos de envases que lleguen a disposición final, será inferior a 50% de lo que llegaban en 1988.

El 50 % de las reducciones anteriores deberán lograrse por nuevas acciones de reducción en la fuente y nuevas incentivas de reutilización de envases. Los programas de reciclajes serán los mecanismos para lograr el otro 50% de las reducciones antes señaladas. El avance en logro de las metas anteriores, así como la revisión de los porcentajes esperados, será analizado anualmente.

### **Código Canadiense de prácticas preferenciales de envasado.**

Después de haberse establecido el Protocolo, el Grupo de Trabajo Nacional sobre el Envase, todos y cada uno de sus miembros, adoptó un “Código Canadiense de Prácticas de preferencia de Envasado”, que representa un compromiso de las instituciones involucradas para alcanzar las metas de disminución de desechos.

#### Código canadiense de prácticas preferenciales de envasado

- Objetivo :
  - Promover las excelencias de empaque.
- Principios :
  - Los envases deberán tener el mínimo impacto posible sobre medio ambiente,
  - Además, los envases deberán mantener la integridad de los productos que contienen, garantizar seguridad para el consumidor y cumplir con los requisitos reglamentarios.
    - Lineamientos :
      - Todos los envases usados en Canadá serán diseñados, manufacturados, llenados, usados y dispuestos de tal manera que se minimice su impacto sobre el ambiente y se maximice la disminución de residuos que requieran disposición final, mediante la aplicación de las 3 Rs; reducción, reutilización y reciclaje.

Tanto el Protocolo como el Código, aunque no lo señalan explícitamente, se basan en el principio fundamental de “Desarrollo sustentable” y el concepto de “Tutela de Productos”, en el que las industrias asumen la responsabilidad del impacto ambiental que generan sus productos y envases, desde “la cuna hasta la tumba”. El apoyo de los consumidores a estas iniciativas debe también ser aceptado como un principio básico y vital para el logro de las metas señaladas en el protocolo.

Al aceptar que todos los sectores de la sociedad comparten la responsabilidad de asegurar el logro de las metas del protocolo, la industria manufacturera y empacadora debe asegurarse de que ha hecho todo lo posible para diseñar sus envases de conformidad con los principios de las “tres erres”: reducción, reutilización y reciclaje. El distribuidor debe asumir esta responsabilidad en el caso de productos importados.

Al ser adoptados por el gobierno federal, el Código representa una guía para la industria en el diseño de productos y en la selección y diseño de envases. El Código establece una jerarquía que empieza “cero envases” y termina con “envases reciclables y envases que contengan material reciclado”. Para el futuro cercano, se espera desarrollar normas nacionales de contenido mínimo de materiales reciclados. Igualmente, están estableciéndose mecanismos de monitoreo del avance en el logro de las metas, por conducto de un Grupo o Comisión Inter.-Sectorial, formada por representantes de organismos públicos, privados y civiles.

Tanto el Protocolo como el Código representan un esfuerzo voluntario y cooperativo que ha logrado fijar un conjunto de metas flexibles. La industria está en libertad de escoger los caminos más eficaces para cumplir con dichas metas. Sin embargo, si el enfoque voluntario no funciona, o avanza con demasiada lentitud, existe el riesgo de que se implanten medidas reglamentarias obligatorias.

## Código canadiense de prácticas preferenciales de empackado

- Reducción de origen (en la fuente):
  - La opción preferida en ningún envase.
  - Enseguida se sugiere utilizar la mínima cantidad posible de materiales de envasado, consistentes con requisitos funcionales.
- Reutilización :
  - Debe considerarse el uso de envases rellenables o reusables, cuando no sean factibles optar por acciones de reducción en la fuente.
- Reciclaje:
  - Siempre que sea posible, deberán usarse materiales reciclados en la producción de nuevos envases.
  - La opción preferida es el reciclaje primario o de “ciclo cerrado”, es decir, la reutilización de los materiales en la misma aplicación original. El reciclaje secundario (a otras formas de envase) también aceptable.
  - Cuando no existe otra alternativa, deberán usarse los materiales recuperados en el reciclaje terciario (otras aplicaciones distintas de fabricación de envases).

## Etiqueta ecológica

Otra iniciativa federal es el programa de etiquetado de productos denominados “Elección Ambiental” . La eco-etiqueta. Que se asigna a productos “amistosos para el ambiente”, lleva un logotipo con dos palomas encontradas. El programa fue diseñado adaptando consideraciones del programa alemán “Ángel Azul”. Para la fase inicial se han escogidos tres categorías de productos:

- Productos plásticos, echo a base de materiales reciclados.
- Productos para la industria de la construcción, que contengan materiales celulósicos reciclados.
- Aceites lubricantes hechos a partir de la re-refinación de aceites usados.



Lo importante de este programa es que todos los productos seleccionados incluyan el reciclaje como objetivo primario, aún con exclusión de otras características ambientales.

## **Normatividad en Norte América ante el Tratado de libre Comercio.**

En relación a los puntos analizados en las dos secciones anteriores, se puede decir que:

Canadá está tratando de establecer algún tipo de política nacional, ya sea voluntaria u obligatoria . Sin embargo, en un país tan variado como Canadá. Las respuestas a los problemas de los envases desechados también han sido muy variadas, estando las principales diferencias en los siguiente:

- La aceptabilidad de la incineración como opción válida.
- Los métodos y la factibilidad económica para el reciclaje de materiales complejos multicapa.
- La eficacia de la reglamentación versus la acción voluntaria.
- La amplitud y el tipo de la cooperación entre los sectores público y privado, respecto de la formulación de iniciativas sobre gestión de los desechos sólidos y envases.
- La viabilidad generalizada se sistemas de recolección selectiva en la banqueta y de programas de tipo “Blue Box”.

La situación en Estados Unidos es muy diferente, ya que cada estado está siguiendo un enfoque diferente. En ausencia de directrices claras del gobierno federal americano, la normatividad estatal sobre residuos sólidos municipales fue el asunto de mayor importancia en casi todas las legislaturas estatales, habiéndose presentado más de 2 mil iniciativas de ley y ordenanzas municipales en todo el país, durante el último año. Esta proliferación de normatividad se ha orientado hacia la implantación de gran cantidad de iniciativas que incluyen el reciclaje obligatorio; el contenido mínimo de materiales reciclados; la adquisición de productos reciclados por parte de las dependencias del gobierno; la prohibición de usar un determinados tipos de materiales y envases; gran cantidad de impuestos relacionados con los envases y embalajes e iniciativas sobre reducción en la cantidad de desechos y sobre metas de reciclaje.

En EUA no existen aún reglamentos nacionales sobre la gestión de los desechos sólidos. El documento federal “Agenda para la Acción”, publicado por la Environmental Protection Agency, no es reglamentario y más bien refleja una actitud de “lavarse las manos” y transferir toda función de autoridad y responsabilidad sobre los desechos sólidos a los estados y municipios.

México enfrenta a la encrucijada del Tratado de Libre Comercio con sus dos vecinos del Norte y, aunque la apertura comercial seguramente le traerá grandes beneficios, debe hacer un esfuerzo importante y urgente para establecer normatividad sobre residuos sólidos, especialmente en lo que corresponde a residuos de envases, que eviten que el país pueda convertirse en el “tiradero” de los productos y envases que no cumplan con las normas americanas y canadienses, al mismo tiempo que promueve el uso de envases y tecnologías amistosos hacia el ambiente. Actualmente sólo existe el Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF), que es un acuerdo voluntario entre México y Estados Unidos y Abarca únicamente la protección ambiental de la frontera entre ambas naciones.

## **Normatividad en la comunidad europea**

En Europa, como en el resto de los países accidentales, hay una creciente actividad de alerta en materia de reducción de origen, reúso y reciclaje de los materiales de envases y embalaje presentes en los flujos de RSM.

Algunos países tiene prácticas más avanzadas que otros en materia de controles, disposiciones e infraestructura. Entre los países que más acciones legales han implantado para encontrar soluciones a esta problemática destacan los países escandinavos, Alemania, Holanda y Suiza. De los países restantes, el Reino Unido, Francia, Bélgica e Italia está efectuando esfuerzos considerables para encontrar soluciones a la disposición de los desechos sólidos, fundamentalmente de los RSM. En adelante, sólo se considerará el planteamiento general de la CE y de algunos de sus miembros.

## **Esfuerzos globales de legislación en la CE**

Anualmente se producen en la Comunidad Europea 2 000 millones de ton de residuos sólidos, de los cuales 100 millones son desechos municipales y 30 millones son residuos peligrosos.

La política de la Comunidad ha evolucionado de una posición en la que se sugerían acciones sobre el control de la disposición de los desechos, a la de promover acciones sobre la minimización de los residuos, con énfasis en la identificación de los instrumentos adecuados que estimulen el desarrollo de tecnologías y productos nuevos y limpios, así como en la transferencia al productor, de la carga de la

disposición de los desechos. Recientemente la Comunidad adopto una estrategia global basada en cuatro principios:

- La reducción de los flujos de desechos.
- La optimización del manejo y disposición ambientalmente aceptable de los residuos
- La reducción de los movimientos.
- La responsabilidad del productor

Una Directiva adoptada en 1984 sentó las reglas del transporte de desechos peligrosos a través de las fronteras. Actualmente la Comunidad está considerando una nueva proposición, que igualará la legislación de la CE con los requisitos de la Convención de Basilea, de la cual tanto la Comunidad como los países miembros son signatarios. Adicionalmente, de conformidad con el Acuerdo de Lomé IV, la exportación de los desechos peligrosos y radioactivos a países de África, El Caribe y Pacífico, esta prohibida.

En general existen consenso entre los miembros de la CE de que debería tener un papel más activo en aspectos relativos al medio ambiente.

La comisión encargada de los aspectos ambientales de la CE, está preparando una estrategia y legislación global que afectara a todos países miembros, con el fin de armonizar las distintas legislaciones. Las prioridades de la estrategia de conformidad con la política antes señalada, están basadas en la reducción de la generación de los desechos sólidos; en la reutilización o el reciclaje de los residuos y en la elevación de las normas aplicables a los rellenos sanitarios y la incineración.

### **Comisión general para los envases y embalajes.**

Esta Comisión ha invertido un considerable esfuerzo en desarrollar un marco legislativo sobre los envases para bebidas, el cual fue plasmado en una directiva de 1985, Sin embargo, se ha considerado demasiado general para ser de utilidad, ya que no definió con precisión términos como “un adecuado nivel de protección”, los intentos de tratar de desarrollar una legislación más específica para las botellas y contenedores de bebidas fueron abandonados, para buscar una legislación más general que incluyera todos los aspectos del empaque y no sólo el envasado de bebida. El objetivo fue lograr que una nueva normatividad tuviese un impacto importante en el esfuerzo para reducir los desechos de envases y embalaje en la CE, los cuales representan aproximadamente 50 millones de ton anualmente.

Por fin en julio de 1992, la Comisión Europea emitió el tan esperado reglamento sobre envases y residuos de envases. La medida establece metas específicas y periodos para reducir al mínimo y/o recuperar desechos de envases y embalajes. El reglamento se aplicará a todos los envases comercializados en la Comunidad Europea de 12 naciones, a partir de que sea aprobado por el Consejo de la Comunidad.

Respecto de la recuperación, el reglamento señala que dentro de 10 años deberá estarse reciclando una cantidad igual a 90% de los desechos de envases actuales. La cantidad de residuos de envases y embalajes que serán aceptados para disposición final estará limitada a 10% en peso del flujo de desechos sólidos.

El reglamento también señala los siguientes lineamientos para los países de la Comunidad.

#### Normatividad sobre envases y desechos de envases en la CE

- Dentro de 10 años deberá estarse reciclando una cantidad igual al 90% de los desechos de envases actuales
- Deberá proveerse mecanismos para que los envases desechados por los consumidores regresen a los fabricantes
- Deben asegurarse que efectivamente se reutilice los envases usados.
- Debe asegurarse que los sistemas de gestión y de retornabilidad de envases sean equivalentes, a través de toda la Comunidad

\_\_\_Deben proveerse mecanismos para devolver al fabricante todos los envases que deseché el consumidor final

\_\_\_Debe asegurarse que los envases usados sean efectivamente reusados.

\_\_\_Debe asegurarse que los sistemas de gestión y devolución de envases sean equivalentes a través de toda la Comunidad.

Dentro de los cinco primeros años siguientes a la fecha en que el reglamento se haga efectivo, se requerirá que los fabricantes indiquen si los envases son reusables o recuperados (para ser reciclados).

Adicionalmente, el reglamento prevé que los países miembros cumplan con varios “requisitos esenciales”, incluyendo los siguientes: mantener el volumen y el peso de los envases en el mínimo posible; asegurar que las características de los envases permita su reutilización o recuperación con un mínimo impacto ambiental y que las sustancias peligrosas que constituyen los envases se mantengan en un nivel mínimo.

Un efecto real de este reglamento es la introducción de metas de reducción que impulsará una mejor y más efectiva administración de los desechos sólidos en forma similar a los estados más avanzados en esta materia en esta materia en EUA.

Otra consecuencia importante es que, para asegurar altos niveles en el reciclaje, los países podrán hacer obligatorio el retorno de envases desechados por conducto de comerciantes, distribuidores y empacadores, hasta llegar a los fabricantes de los envases, quienes deberán garantizar la reutilización o el reciclaje. Este es el modelo alemán, en operación desde fines de 1991.

### Situación en la Republica Federal Alemana

Una de las experiencias interesantes, desde el punto de vista de la administración de los RSM, es la de Alemania. Además, como se acaba de mencionar, ha servido para orientar el nuevo reglamento de la CE sobre envases y desechos de envases, por lo que a continuación se presenta una descripción de dicho sistema de gestión.

Cuadro 4  
Envases usados: metas de recuperación

País	Fecha	Meta	Situación
CE Propuesta de directiva	2005 (¿)	90%	“Borrador Final” Comisión de la CE
Bélgica (Flandes)	1995	100%	Voluntario
Alemania	Enero 1993	50% general de todos los materiales	Obligatorio
	Julio 1995	80% de cada material, incluyendo laminados	Obligatorio
Holanda	2000	100%	Voluntario
Austria	Julio 1992	80%	Borrador de ley

Cuadro 5  
Envases usados recuperación de energía

País	Fecha	Meta	Situación
Bélgica (Flandes)	1995	Máximo 64% de toda la basura domiciliar	Voluntario
Alemania	2000	Máximo 42% de toda la basura domiciliar	Voluntario
	1993	Permitido sólo para residuos no reciclables	Obligatorio
Holanda	2000	Máximo 40% de material que no pueda Reciclarse a su propósito original	Voluntario
Reino Unido	2000	Se anunciara próximamente	Meta gubernamental

Alemania (sólo en la parte correspondiente a la antigua República ) tiene el problema de tener que disponer de 32 millones de ton por año de residuos domiciliarios e industriales. En algunos de los Länder (estados), la capacidad de los rellenos sanitarios sólo será suficiente para los próximos dos a cinco años, después de lo cual se originarán problemas críticos, pues tampoco habrá suficiente capacidad de incineración de la basura.

- a) *Ley Töpfer*. El material de empaque participa en forma considerable en el total de los desechos sólidos municipales, además de alta visibilidad que tienen. En consecuencia, el Ministro Federal del Ambiente propuso y logró que fuera aceptada una de las legislaciones más radicales que existen en el mundo para gestión de los desechos provenientes del empaque. La “Ley Töpfer” , como se conoce al “Reglamento Para Evitar Desechos Originados por los Envases”, ya que fue propuesto por el ministro de ese nombre, es una norma reglamentaria de la Ley General de Desechos,

#### Legislación en Alemania para el manejo de envases

Prohibir venta de envases que no sean reutilizables, reciclables o incinerables.  
Responsabilizar al detallista y al distribuidor de que se lleve acabo el reciclaje  
Obligar al distribuidor a recibir los envases vacíos, tanto rellenables como no-rellenables  
Imponer un depósito de 50 Pf (Aprox. \$ 26000 pesos) a todos los envases de bebidas.

del 27 de agosto de 19986. El reglamento entró en vigor 1° de diciembre de 1990, excepto en las secciones referentes a “Obligación de Recoger Reaprovechar los Envases Usados” y a “Obligación de Dejar Depósito para Envases de Bebidas y, de Detergentes, de Productos de Limpieza y de Aerosoles para Dispersión de Pinturas”. Algunas partes de estas secciones se volvieron obligatorias entre el 1° de julio de 1991 y el 1° de enero de 1992 y otras lo serán en diferentes fechas, la última de las cuales lo será el 1° de enero de 1993. Algunos de los aspectos más importantes de esta interesante legislación, son:

Cuadro 6  
Envases usados: metas de reciclaje de materiales

País	Fecha	Meta	Situación
CE Propuesta de directiva	2005	60% de cada material	“Borrador Final” Comisión de la CE
Bélgica	1995	28% promedio general De todos los materiales	Voluntario
	2000	46% promedio general de todos los materiales	Voluntario
Bélgica (Walonia Bruselas)	1995	80% metal, 75% vidrio, 30% plástico, 25% papel,	Meta del gobierno
	2000	70% general (80% vidrio y metal 60% plástico y papel)	Meta del gobierno
Alemania	1/ 1993	42% vidrio 26% acero, 18% papel 9% plástico, 6% laminados.	Obligatorio
	7/ 1993	72% vidrio, aluminio y acero 64% todos los demás	Obligatorio
Holanda	1995	40% de promedio general	Voluntario
	1995	80% vidrio no –retornable 60% papel y cartón seco 75% metales, 50 % botellas plásticas 50% de películas plásticas limpia (oficina, tiendas, etc.)	Promesa de la Industria de “Tratar de Reciclar”
Reino Unido	2000	60% promedio general	Voluntario
	2000	50% de “ la componente Reciclable de la basura domiciliar	Meta del gobierno
Suecia	2000	60-70 % vidrio, 40-60 % acero 60-80% aluminio, 60% papel	Recomendación de Comisión Parlamentaria

\_ Se aplica a todos los tipos de empaques, incluyendo los envases primarios, los envases secundarios y los embalajes de transporte.

\_ Prohíbe la venta de todo empaque que no pueda ser reusado, reciclado o incinerado con recuperación de la energía. El reciclaje tiene una muy alta prioridad en el sistema de gestión.

\_ Obliga al distribuidor o comerciante detallista a quitar el embalaje de transporte (como por ejemplo, cajas de cartón, película plástica de envoltura , material granulado de acolchonamiento y empaque) antes de ofrecer el producto a la venta o a proporcionar un depósito de basura para que el cliente se deshaga de este material y no tenga que llevarlo a su hogar.

\_ Obliga al comerciante detallista a retirar el envase secundario de los productos ofrecidos en punto de venta (como por ejemplo burbuja y placa de cartulina – blister pack-, o película plástica de envoltura), o proporcionar un depósito de basura para que el cliente se deshaga de este material en la tienda.

Cuadro 7  
Reuso y recuperación de envases para bebidas

País	Fecha	Meta	situación
Directiva de CE 85/339/EEC	1987-	No específica	Parcialmente implantada
CE: Borrador de la Para envases y sus residuos	2000 (¿)	Sin requisitos específicos	“Borrador Final” en la Comisión de la CE
Bélgica (Walonia y Bruselas)	2000	Los envases rellenables conservarán su parte actual del mercado	Meta del gobierno
Dinamarca	Ya implantó	Botellas no -rellenables Se permiten sólo con sistemas de Deposito y recuperación para Reciclar; las latas están prohibidas	Obligatorio
Alemania	% del mercado para los envases rellenables		
	1993	Conservan 72%	Obligatorio
	1997	Alcanzan 77% en promedio	Propuesta de Ley
	1999	Alcanzan el 81% en promedio	Propuesta de Ley
Italia	1/1993	Reciclar 50% de envases de vidrio Y metal para líquidos, reciclar 40% De los plásticos (la mitad de estos vía Recuperación de energía)	Obligatorio
Luxemburgo	1995	Las rellenables tienen el 55 del mercado Reciclar 40% de envases no rellenables	Voluntario
Austria	1/1994	Rellenar o reciclar 90% de envases Para cerveza, 80% para bebidas carbonatadas Y 40 % para jugos.	Obligatorio
Suecia	Implantado	Prohibido usar botellas de De PET no-rellenables	Obligatorio
Suiza	1991-92-93	Para cada año y material se Fijan límites máximos, en peso De contenedores de bebidas En el flujo de RSM	Obligatorio

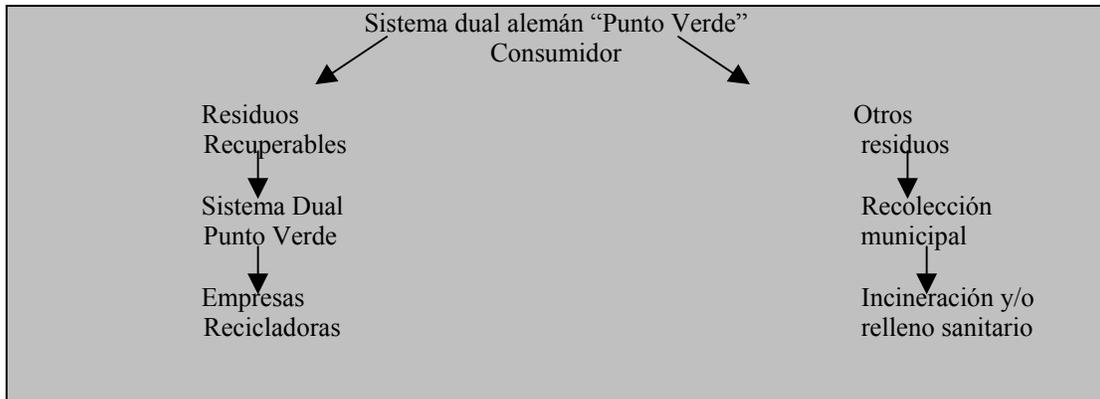
- Obliga al emparador, al distribuidor y al detallista a tener contenedores y depósitos apropiados para los envases que desechen los consumidores, ya sea dentro de sus instalaciones o en sus intermediaciones.

- Impone un depósito obligatorio de 50 pfenning (1/2 DM) a todos los envases no retornables y a recipientes plásticos para detergentes y productos de limpieza para el hogar (con excepción de los empaques rellenables)
- Impone un depósito obligatorio de 2 DM a los envases para pintura, aceite, solventes, pesticidas y otros productos caseros de carácter tóxico.

- Por primera vez, el emparador, el distribuidor y el detallista, son ahora responsables de la recolección y el reciclaje de los envases y demás materiales desechados que estén asociados con un producto. Ellos deben encargarse de la gestión de estos desechos por fuera del sistema regular de gestión de los RSM. No se acepta que estos desechos sean incinerados.
- Existen requerimientos estrictos en materia de etiquetado, siendo obligatorio señalar sobre el envase el tipo de material de que está echo y el sistema de retorno que debe emplearse, una vez que ha sido usado o que desea desecharse. Además los comercios deben colocar cartelones informativos en sitios visibles para informar a los consumidores de sus derechos a deshacerse de los empaques en las tiendas, antes de llevarse los productos a sus casas.
- No será necesario aplicar todas las condiciones anteriores, en caso de que los empaadores, distribuidores detallistas establezcan un sistema independiente y ambientalmente aceptable, que se responsabilice de la recolección y el reciclaje de los residuos de envases y embalajes.

El reglamento exenta a los residuos de envases de productos médicos, hospitalarios y de bancos de sangre de esta disposición, ya que todo producto y envase de esta aplicación debe usar un sistema especial de gestión de los desechos.

b) *Etiqueta "Punto Verde"*. De conformidad con el reglamento anterior, la industria del envase creó una corporación paraguas, la Duales System Deutschland GMBH, que ofrece el servicio de recolección y reciclaje de los residuos de envase a todos aquellos empresarios que fabriquen y/o comercializan productos empaados que deben cumplir con la Ley Töpfer. La DSD se ocupa de recolectar los residuos de empaques desde los hogares de los consumidores, las instituciones y los comercios, hasta la selección y pre acondicionamiento de los materiales a las empresas usuarias finales que los incorporaran en sus procesos de manufactura de nuevos envases y productos. Los principales elementos del sistema son los siguientes:



- Para que los envases de desecho sean recolectados mediante este sistema deberán tener una etiqueta, denominada "punto verde", que tiene forma circular, conteniendo dos flechas encontradas, de color verde claro y verde oscuro, en su interior.

**Sistema dual alemán "Punto Verde"**

Selección y reciclaje de subproductos de los residuos sólidos domiciliarios

- Banco de botellas en áreas públicas: vidrio transparente, ámbar y verde.
- Contenedores en áreas públicas: Papel periódico, de escritura, cartón corrugado.
- Recipientes en y cerca de hogares: Plásticos, películas, botellas, blister, espumados.

Laminados: envases asépticos metales, hojalata aluminio.

- La DSD cobra una cuota a los fabricantes/empaadores inscritos en el servicio; ésta va desde 1 pfenning (0.01 DM) para cada envase de 50 a 200 ml de capacidad, hasta 20 pfenning (0.20 DM) para cada envase de más de 30 litros de volumen. Los envases de menos de 50 ml se procesan sin cargo.

Sistema dual alemán tarifa del “Punto Verde”	
Capacidad del envase	Pfennig/envase
< 50 ml.	0
50 – 200 ml.	1
> 200 ml – 3 litros	2
> 31 – 30 litros	5
> 30 litros	20

- En el caso de productos importados, generalmente será el importador y/o el distribuidor quien firme el contrato de licenciamiento de uso del punto verde, para garantizar que los envases desechados participen del servicio.
- Los envases que no porten el punto verde no serán manejados por la DSD, por lo que estarán sujetos a la obligatoriedad del depósito.
- Todos los hogares en Alemania obtienen, sin costo alguno, dos botes o contenedores: uno para desechos reciclables y otro para la basura regular. Los consumidores deben colocar los empaques desechados que tengan punto verde en el depósito de color amarillo, que también tiene una gran etiqueta con punto verde en su exterior.
- Los contenedores con punto verde son vaciados en forma periódica por la DSD, sin costo alguno para los usuarios. Los servicios municipales de limpia continúa ocupándose de los contenedores de basura normal, las cuales incinerada con recuperación de energía.
- Los residuos reciclables que recolecta la DSD son clasificados y entregados sin costo a empresas recicladoras que garantizan que efectivamente dichos materiales serán convertidos en nuevos envases o productos.

### **Enfoque normativo en Japón**

#### **Legislación básica.**

El manejo y disposición de los RSM en Japón se rige por la “ Ley Sobre Disposición de la Basura y Limpieza Pública” (Waste Disposal & Public Cleansing Law). La ley busca proteger y mejorar el ambiente y la salud pública a través de un sistema adecuado de disposición de los desechos sólidos; además, toma en consideración, de modo específico, los materiales y sistemas de envasado. Las directrices generales de la ley, que separa claramente los residuos en desechos industriales y desechos generales o municipales, son los siguientes:

- Las empresas y comercios son los responsables de la disposición final de los desechos generados en sus operaciones.
- Las autoridades locales (municipios) son los responsables de llevar a cabo una eficiente administración de los RSM:
- Los gobiernos de las prefecturas (estados) supervisarán y proporcionarán a las municipalidades el soporte técnico necesario para manejar en forma apropiada los desechos industriales.
- El gobierno central promoverá los desarrollos tecnológicos relacionados con la disposición final de los desechos y dará apoyo técnico y financiero a los gobiernos de las prefecturas y municipalidades.

#### **Reciclaje**

A pesar del enfoque orientado hacia la calidad – con lo cual podría tenderse a demeritar los artículos reciclados - el reciclaje es una actividad muy desarrollada en Japón. Los materiales predominantes son el papel, el cartón y el plástico; todos ellos, además de las latas metálicas y el vidrio, se recuperan en alto porcentajes. Japón reporta tasa de reciclaje total de 50%, aunque un investigador americano respetado mundialmente, el doctor Howard Leveson, de la Oficina de Evaluación de tecnologías del Congreso Americano, refuta esa cifra y estima que la tasa de reciclaje real en Japón es de 39% como máximo y de 26% como mínimo. En comparación, Los Estados Unidos reciclan, como máximo 13% del total.

## **Consideraciones sobre la gestión de los RSM**

Japón es el segundo productor mundial de desechos sólidos, detrás de Estados Unidos, con un total anual de 4 100 millones de toneladas. Después de seleccionar los subproductos reciclables, 75% del total de basura restante es incinerada en sistemas que recuperan energía. Respecto del manejo de los desechos, cabe destacar lo siguiente:

- La energía de residuos domiciliarios es de 1.5 Kg/pres/día.
- A falta de espacio adecuado para rellenos sanitarios, el gobierno está creando “islas de basura” en la bahía de Tokio y en la de Osaka.
- Debido a los altos costos de la disposición de los residuos, la disposición ilegal de los desechos industriales en tiraderos no controlados está incrementándose muy rápidamente.
- No existe control alguno sobre desechos tóxicos o generación de dioxinas.
- Existe un uso excesivo de materiales de envases y envolturas.
- Existen aproximadamente dos mil plantas incineradoras de residuos sólidos.

## **Etiqueta “Eco- Mark”**

- El programa “Eco- Mark” fue lanzado en febrero de 1989, bajo cuatro propósitos básicos para evaluar la credibilidad ambiental de los productos y su elegibilidad para serle otorgada la eco-etiqueta.
- No causar contaminación a la menor posible durante su utilización .
- No empeorar, sin manejar el ambiente durante su uso.
- No ocasionar contaminación o la menor posible cuando sea cuando sea desechado.
- Contribuir de alguna forma a conservar el ambiente.

La Agencia de Medio Ambiente de Japón tiene una oficina que opera programa, en relación con que productos pueden llevar la etiqueta. En la primera etapa del programa, la Agencia seleccionó artículos como baterías, aerosoles y productos a base de plásticos reciclados para recibir la distinción de poder usar la etiqueta “Eco- Mark”. La eco-etiqueta es un logotipo formado por un símbolo del mundo que está rodeado por dos brazos que forman la letra e. Los productos que deseen llevar la etiqueta deberán firmar un acuerdo y pagar por el privilegio, un vez que hayan sido evaluados y aprobados. Desde que inicio el programa, se han aprobado un total de 22 categorías y más de 400 productos exhiben etiquetas en el mercado.

## **Banco de datos sobre legislación ambiental y residuos sólidos.**

Como parte de este trabajo, se recabaron más de 150 documentos de tipo legislativo (proyectos de ley, leyes, ordenanzas municipales, comentarios a los proyectos de ley u a las leyes), las cuales organizadas en un banco de datos computarizado. El acervo incluye documentos obtenidos en Estados Unidos, principalmente, aunque también hay de otros países y agrupaciones como: Alemania, Brasil, Canadá, Corea, Costa Rica, Egipto, Filipinas, Guatemala, Hong Kong, India, Indonesia, Japón, Panamá, Perú Taiwán, Turquía, Suiza, Comunidad Europea, Y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. También se incluye artículos de revistas que abordan la problemática de los desechos sólidos provenientes del empaque en países como Alemania, Japón, Pakistán, Unión Soviética y Estados Unidos. El banco de datos tiene organizada la información recopilada mediante el programa de cómputo DBASE III Plus, lo cual permite su consulta en forma fácil y selectiva, dependiendo de la temática de interés, así como modificarla para mantenerla actualizada. Las fichas del banco están organizadas bajo los siguientes temas o campo:

#### Banco de datos sobre legislación ambiental

- Análisis de normatividad de Alemania
- Enfoque normativa en Japón.
- Banco de datos en Dbase III Plus, conteniendo más de 150 fichas, con información sobre Alemania, Brasil, Canadá, Corea, Costa Rica, Egipto, Filipinas, Guatemala, Hong Kong, India, Indonesia, Japón, Panamá, Perú Taiwán, Turquía, Suiza, la Comunidad Europea, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo.

1. Título
2. Fecha
3. País
4. Ciudad
5. Material de empaque: Plástico, metal, papel , vidrio.
6. Selección: lugar donde se hace la clasificación del material de empaque: en el hogar (origen) o en relleno sanitario.
7. Recolección:: normatividad para efectuar la recolección de desechos municipales o particulares.
8. Transporte: aspecto relativos al manejo de los desechos.
9. Reciclaje: aspectos del reciclaje que contempla el documento: fijación de metas, codificación para el procesamiento.
10. Incineración:
11. Rellenos sanitarios: reglamentación de los entierros para mejorar su desempeño
12. Resultados: resultados concretos.
13. Observaciones: comentarios generales referentes al contenido del documento.
14. Autor: persona u organización responsable de la publicación.
15. Estado: entidad federativa en donde se ubica la ciudad (ver campo 4 ).

# MANEJO DE LOS RESIDUOS DE ENVASES EN LOS PAISES EN DESARROLLO

## Generalidades sobre el manejo de los RSM

### Antecedentes

Todas las actividades humanas producen desperdicios y las actividades industriales y comerciales no son la excepción. Mientras los productos contribuyen a satisfacer las necesidades para las que fueron creados, serán bienvenidos y respetados; pero una vez que dejan de ser útiles, se convierten en desperdicios. El empaque es un buen ejemplo de lo anterior, ya que ayuda a mantener el valor de los productos, ofreciendo satisfacción a las necesidades; mas, una vez utilizado, pierde su valor y se desecha.

Los países industrializados ven a los envases con escepticismo, ya que su presencia en los desechos municipales es notoria, sobre todo debido a que algunos materiales no son biodegradables. Los materiales de empaque tienen una función importante para conservar y proteger los productos y no son tan sólo un elemento indeseable que gasta energía y recursos naturales durante su producción y contamina el ambiente al ser desechado .

#### Generalidades sobre manejo de RSM en países en desarrollo.

- Generación de desechos sólidos.
- Disposición de los RSM
- Los envases dentro de los RSM
- Reducción de residuos
- Reutilización de los envases
- Reciclaje
- Recuperación y uso de energía

Algunos países en vías de desarrollo se han presentado confusiones y problemas de sobre utilización de envases, por la gran variedad de tecnologías de empaque que se han importado de los países industrializados, sobre todo en los últimos 20 años. Sin embargo, ahora que estos países están preparados para aprovechar ese beneficio, se enfrentan también al impacto que sobre el medio ambiente ha tenido este factor de bienestar en los países industrializados. La interrelación entre empaque y ambiente esta creando confusión en la definición de las necesidades de normalización para los envases y embalajes.

Como resultado de los niveles de bienestar alcanzados, en los países desarrollados los desperdicios sólidos son generados en muy altos volúmenes, ya que los relativamente bajos costos de los envases en relación con el costo total del producto y con altos costos de recolección se traducen en un considerable volumen de material de empaque en los flujos de desechos municipales. El problema se agrava por la dispersión de los empaques desechados en los lugares públicos, que no son adecuadamente recolectados, Por esta razón de altísima visibilidad, los materiales de empaques han recibido en general una gran atención por parte del público.

Por otra parte, en los países en desarrollo el costo de los materiales en empaque es considerado como alto. El poder de compra de la gente es bajo y el envase no ha sido adoptado en forma generalizada para la mayoría de los productos, por lo que es común encontrar desperdicios de alimentos y vegetales en una mucho mayor proporción que en los países industrializados. Empero, es bajo costo de la mano de obra y la alta tasa de desempleo propician la recolección y la comercialización de los empaques usados (“pepena”), como un “modus vivendi” de un sector de la población.

## Generación de desechos sólidos

En la siguiente serie de tablas puede observarse una comparación de los materiales que componen los desechos sólidos, así como sus densidades, para países de ingreso bajo, medio y alto.

En comparación con los países de bajos ingresos, el tipo de desperdicios sólidos de los países de altos ingresos varía significativamente, por lo cual es necesario tomar en cuenta estas diferencias para el diseño de las políticas, los sistemas de administración de los desechos sólidos y la normatividad que deba implantarse. Esto puede apreciarse de mejor modo a continuación:

Cuadro 8  
Composición de desechos urbanos (en porcentaje de peso)

Tipo de material	Industrializados				Ingreso Medio					Bajo Ingreso				
	Brooklyn N.Y	Londres Inglaterra	Roma Italia	Singapur	Hong Kong	Medellin Colombia	Lagos Nigeria	Kano Nigeria	Manila Filipinas	Jakarta Indonesia	Lahore Pakistán	Karachi Pakistán	Lucknow India	Calcuta India
Papel	35	37	18	43	32	22	14	17	17	2	4	<1	2	3
Vidrio, cerámica	9	8	4	1	10	2	3	2	5	<1	3	<1	6	8
Metal	13	8	3	3	2	1	4	5	2	4	4	<1	3	1
Plástico	10	2	4	6	6	5	-	4	4	3	2	-	4	1
Piel, hule	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	7	<1	-	-
Textil	4	2	-	9	10	4	-	7	4	1	5	1	3	4
Madera, hueso, paja	4	-	-	-	-	-	-	-	6	4	2	1	<1	5
Total no comestible	74	57	29	63	60	34	21	35	40	15	27	4	18	22
Vegetativo, putrefacto	22	28	50	5	9	56	60	43	43	82	49	56	80	36
Diversos inertes	4	15	21	32	31	10	19	22	17	3	24	40	2	42
Total compostable	26	38	71	37	40	66	79	65	60	85	73	96	82	78
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

- En los países en desarrollo existe mayor tendencia a desechar materia orgánica (residuos de alimentos) que materiales con valor agregado industrial, como producto a base de papel, metal, vidrio, plásticos, etcétera.

Cuadro 9  
Tasas de generación típica de desechos sólidos por país

País	Kg/persona/día	Volumen/día (l)
India	0.25	1.0
Ghana	0.25	1.0
Aden	0.25	1.0
Egipto	0.30	1.25
Syria	0.30	1.25
Sri Lanka	0.40	1.6
Filipinas	0.50	2.0
Turquía	0.60	2.4
Malasia	0.70	3.5

Singapur	0.85	4.25
Países Árabes	1.0	5.0
Europa	1.0	8.0
Estados Unidos	1.25	12.00

- La cantidad de desperdicios plásticos presentes en los desechos sólidos municipales es extremadamente baja para los países de menor ingreso; en ocasiones solamente 0.04 por ciento.
- El análisis de los desperdicios sólido en CEE indica que cerca del 60% del total de desperdicios son materiales que pueden ser reusados o reciclados. En los países en desarrollo de ingreso medio, el promedio es cercano a 35 por ciento
- En EUA los desperdicios no elementales representan 74% comparados con 4% en Pakistán. Los desperdicios vegetales son sólo de 22% en EUA, comparados con 82% en Indonesia.
- La generación de los desperdicios varían de un máximo de 0.6 Kg/pers/día en países de ingresos bajos, y de 0.9 Kg/pers/día en países de ingresos medios, y de 1.8 Kg/pers/día para naciones de ingresos altos.
- En los países industrializados, la proporción de vegetales y materiales putrefactibles es, en general, mucho mas baja que para los países en desarrollo. La densidad de los desechos sólidos es totalmente variable. Así algunos países en desarrollo presentan RSM con densidades del orden de hasta 500 Kg/m<sup>3</sup> (países de bajos ingresos), a diferencia de países industrializados donde la densidad promedio de los RSM es de 100 Kg/m<sup>3</sup>. Es evidente que el nivel de humedad de la basura en los países industrializados es muy bajo (alrededor de 20%), comparando con el de los países en desarrollo (hasta 80% en Indonesia).

Las observaciones anteriores son congruentes con los estudios efectuados en India, Ghana, Egipto y Turquía.

#### **Métodos de disposición de los RSM en los países en desarrollo.**

Los sistemas usados para deshacerse de los desechos que se usan en los países en desarrollo son tres, principalmente:

- Relleno sanitario
- Incineración
- Composta

La mayoría de las municipalidades de países en desarrollo que han empleado alguno o todos los métodos anteriores, sin realizar un estudio análisis profundo de las implicaciones y la operatividad, han tenido problemas:

El relleno sanitario es un sistema de disposición que, en realidad, no existen en la gran mayoría de los países en desarrollo. Los rellenos sanitarios tienden a ser muy costosos y se ha adoptado por continuar con los tradicionales tiraderos a cielo abierto, añadiéndoles cubiertas periódicas de tierra. Pueden encontrarse tiraderos, tanto oficiales como clandestinos, en las zonas aledañas a las urbes metropolitanas (Bombay), o en pleno centro urbano (Guatemala, Manila). En algunas casos, cuando están alejados de las ciudades, el control sanitario es número o inexistente (Panamá, Managua, Jakarta). En muy pocos se tienen lugares confinados y semicontrolados (Sao Paolo, Curitiba); y casi ninguno puede llamarse relleno sanitario, de acuerdo con definición generalmente aceptada de este sistema (Campinas).

La incineración, debido al muy bajo valor calorífico obtenido de los desechos sólidos (por el alto contenido de humedad) se convierte en un sistema demasiado caro operar, por el costo del combustible que hay que añadir, además de representar un sistema que requiere una elevada inversión de capital.

Debido a la ausencia de sistemas adecuados de cribado y clasificación, así como por razones de costo y al no encontrarse mercados al producto final, la producción de composta termina por ser abandonada. Estos han sido los casos, entre otros, de Bombay y de México, DF.

La generación de desechos sólidos, en sí misma, conduce a la problemática de la protección ambiental. La solución de la disposición final cada vez es más cumplida, debido a las limitaciones en la disponibilidad

de terrenos y a los costos de operación. La incineración conduce a problemas de contaminación ambiental del aire y a un problema de manejo de cenizas como desperdicios sólidos peligrosos. No existen soluciones sencillas o gratuitas.

### **Los envases y embalajes dentro de los RSM**

Los desechos sólidos municipales representan una pequeña fracción del total de residuos sólidos que generan los países (los desechos agrícolas e industriales, especialmente los resultantes de actividades mineras, representan la mayoría de los residuos sólidos). En México, se estima que la generación diaria de residuos industriales es de aproximadamente 370 mil toneladas (320 mil de la extracción y beneficios de los minerales y 50 mil de la industria manufacturera), mientras que el total nacional diario de RSM es de aproximadamente 56 mil toneladas. En los países industrializados, bajo un sistema de indexación del tonelaje producido, los desechos sólidos municipales en EUA corresponden a 1 300 unidades comparadas con 60 415 unidades para el total de los residuos sólidos. En los países integrantes de la Comunidad Europea, del total anual de 2 200 millones de ton de desechos sólidos, 100 millones de ton están clasificados como RSM y 30 millones de ton como residuos peligrosos.

Adicionalmente, dentro de los desechos sólidos los envases y embalajes representan una pequeña fracción para las naciones de bajos ingresos y hasta un 40 % para los países industrializados. Es obvio que las medidas que requieren ser adoptadas para el tratamiento del problema del empaque en desechos sólidos municipales es diferentes, de acuerdo con el país y la ciudad de que se trate.

En los países de bajos ingresos, los envases y embalajes en los RSM no implican un problema significativo y por lo tanto no reciben atención prioritaria. La existencia de pepena urbana en los tiraderos se traduce en un menor contenido de residuos de envases, tanto en la basura callejera como en los confinamientos finales.

En el otro extremo de la escala económica, el elevado porcentaje de envases en los desechos sólidos municipales de los países industrializados ha dado como resultado legislaciones severas y detalladas, tanto nacionales (federales), como zonales (estatales) y municipales. En algunos de estos países la situación reviste características de crisis, ya que muchos rellenos sanitarios están saturados. Los países desarrollados, las regiones económicas (como la CEE) y hasta organizaciones multinacionales (OCDE) han definido estrategias generales medidas concretas para reducir los volúmenes generados, reutilizar los envases y reciclar los materiales que constituyen los envases.

### **Reducción del volumen de desperdicios sólidos.**

En los países industrializados, el principal objetivo de querer reducir el volumen de los residuos sólidos es minimizar la cantidad que requiere disposición final, dada la incapacidad de los sistemas de continuar recibiendo volúmenes crecientes de desperdicios. En los países en desarrollo, el objetivo de la minimización ha sido identificado con la necesidad de conservar los recursos naturales y reducir el desperdicio de energía.

La tendencia a reducir la cantidad de materiales de envases por unidad de producto empacada en general es factible debido a los desarrollos y mejor entendimiento de las propiedades de los materiales, así como a los procesos de elaboración de recipientes tales como: latas de aluminio de pared delgada, botellas de vidrio de pared delgada, películas multicapa, botellas plásticas de bajo peso por unidad de empaque.

Las técnicas de diseño de envases permiten menores consumos de madera, cartón y en general embalajes para el transporte. El empleo de técnicas adecuadas de almacenamiento, como es caso de sistemas robotizados de estanterías, permiten menores requerimientos estructurales y por tanto de empaque. La utilización de contenedores – incluyendo los usados como bodegas de almacenamiento – junto con técnicas de “justo a tiempo”, pueden reducir considerablemente el uso de materiales de empaque. Los sistemas nada pueden disminuir las necesidades de vida del anaquel, reduciendo considerablemente las necesidades de envases.

Cambio en las cantidades empacadas por envase, tanto en presentaciones intermedias como en los embalajes de transporte, pueden minimizar el material del empaque por unidad. La forma del empaque puede modificarse para reducir el consumo de materiales y alterar favorablemente la vida del anaquel. La adopción de envases que permitan ser rellenos o reusados, pueden optimizar considerablemente las cantidades de empaque por unidad. En general, se observa que a los países en desarrollo les preocupa el tipo de empaque requerido para envasar los productos de exportación a los países industrializados.

## Reutilización de los envases.

El reuso de los envases se ha empleado desde que se empezaron a distribuir bebidas en botellas de vidrio. En la medida en que los mercados se expandieron y las distancias entre los puntos de producción y consumo se incrementaron, los envases no retornables mostraron ser más económicos que los retornables. Sin embargo, al intervenir la protección del medio ambiente en la ecuación económica, los argumentos simplistas anteriores han dejado de ser validados; ahora el aspecto económico integral es el factor crítico.

En la India, como resultado de los altos niveles impositivos en los envases (botellas de vidrio y botes de hojalata), el mercado ha estimado la recolección organizada y la venta comercial de los envases desechados. Los empacadores adquieren cualquier cantidad de recipientes usados que les ofrezca, pues el precio que pagan por ellos es menor que los impuestos que deben cubrir por el uso de envases nuevos.

Asimismo, debido a los altos costos de los empaques, en muchos países de bajos ingresos, los envases y embalajes son reutilizados de modos alternativos. Los barriles de madera son empleados para las manzanas y las cajas de cartón son reutilizadas tantas veces como aguante el material. Los recipientes de hojalata de 5 galones de capacidad (lata alcoholera de 19 litros) para aceite, son reusados por otros empacadores. Los sacos tejidos de yute y, más recientemente de rafia de propileno, no son utilizados varias veces hasta que finalmente se reconvierten en bolsas de uso repetido.

El volumen de desperdicios de empaques en los países industrializados ha sumido tales proporciones que están implantándose diferentes medidas en varias naciones, de acuerdo con su propio problema ambiental. La legislación de depósitos para envases es una de las medidas que ha tenido cierto éxito y al mismo tiempo críticas fuertes.

En los países en desarrollo, el depósito ha sido practicado desde hace mucho tiempo, debido a los altos costos del empaque. En los países de bajos ingresos, cuando un consumidor compra una cubeta de producto, está tiene un depósito, tal como sucede en el caso de la leche embotellada en Inglaterra, por ejemplo. Cuando los envases son costosos, el propio consumidor los reutiliza.

En los países industrializados, donde el costo del empaque es bajo en relación con el precio del producto y, además, la gente tiene un alto poder de compra, es necesario aplicar medidas regulatorias concernientes al retorno de los empaques para lograr una adecuada disposición final y evitar su dispersión.

## Reciclaje

Teóricamente es posible reciclar la mayoría de los materiales de empaque; hojalata, aluminio, vidrio, termoplásticos, papel y cartón, para la elaboración de productos iguales (reciclaje primario) o alternativos (reciclaje secundario).

El reciclaje produce gran cantidad de ventajas, entre las cuales están la disminución de los volúmenes de desechos sólidos que requieren disposición (prioridad de los países industrializado) y la reducción del gasto de recursos naturales y energía (prioridad de los países en desarrollo).

Cuadro 10  
Beneficios derivados de la sustitución de  
Materiales secundarios de recursos naturales  
(% reducción)

	Papel	Vidrio	Acero	Aluminio
Energía	23 – 74	4 – 32	47 – 74	90 – 97
Contaminantes del aire	74	20	85	95
Contaminación del agua	35	--	76	97
Desperdicios minerales	--	80	97	---
Tratamientos de agua	58	50	40	---

Cabe hacer notar que mientras la mayoría de los países industrializados han iniciado el reciclaje con gran énfasis recientemente, para los países en desarrollo esta experiencia tiene ya un lugar en la historia.

En los países de bajos ingresos son muchos los factores que han propiciado que el reciclaje del papel, el vidrio y los metales sean “actividades tradicionales”, además de contar con una de las técnicas más interesantes en la administración de los desechos sólidos. Hace poco tiempo – y también sin el beneficio

de las tecnologías avanzadas disponibles actualmente en el mundo industrializado – los plásticos ingresaron al sistema (informal en su origen) del reciclaje.

Entre los principales factores que estimulan el reciclaje en los países en desarrollo destacan los siguientes:

- El costo de las materias primas vírgenes. Los materiales primarios utilizados para envases y embalajes son sofisticados y escasos en muchos de los países de bajos ingresos.
- Los costos de recolección y separación son muy bajos., porque ausencia de una mano de obra organizada. Por ejemplo, los pepenadores “viven” de recoger, clasificar y vender, a muy bajos precios, los subproductos de la basura. Si embargo, son los intermediarios quienes logran utilidades más atractivas en este mercado.
- La mayoría de las industrias en países de bajos ingresos son de escasos recursos y operan en mercados protegidos, donde la calidad no es un aspecto importante.
- La disponibilidad limitada del comercio exterior conduce a al dependencia de materiales reciclados.
- Algunos países, como la India, el gobierno estimula el reciclaje de algunos materiales para adquirirlos y usarlos.

Las condiciones anteriores no son las más deseables para promover el reciclaje, sin embargo éste ya es una realidad en los países en desarrollo.

Para dar una idea de alto costo de las materias primas en los países en desarrollo, se presentan a continuación los precios de algunos materiales, en la década de los años 80s, en la ciudad de Estambul, Turquía:

		US Dólares/Ton
Papel	55	
Plásticos	33	“
Metal	61	“
Vidrio	28	“
Textiles	44	“

En la India, el precio de los materiales vírgenes es de 200 a 300 % del precio prevaleciente en el mercado norteamericano para materiales similares. Por ejemplo, el precio de los plásticos era de \$2.50 a \$ 3.00 USD en 1990, comparado con \$ 0.80 a 1.00 USD en EUA, como con secuencia de los impuestos a diferentes niveles, desde las materias primas hasta los productos terminados.

En los países industrializados, el reciclaje ha tenido algunos problemas, entre los que se incluyen los altos costos de la recolección y separación de los materiales reciclables. Es bajo costo de los materiales primarios, por lo que sea atractivo, el costo del reciclaje deberá también ser bajo,. Esto es difícil de alcanzar, por los altos costos involucrados en la mano de obra de recolección, separación, limpieza y creación de los mercados para los productos reciclados. Así, ante la imposibilidad de llegar a ser autosuficiente, muchas comunidades han tenido que subsidiar los programas de reciclaje.

En los programas para promover el reciclaje, uno de los factores más importantes es el relacionado con las actitudes del consumidor. Actualmente se acepta que la separación en el origen – esto es, los hogares – es uno de los criterios más importantes para el éxito de un programa de reciclaje. Es conveniente que el vidrio sea clasificado por colores desde los domicilios. En el futuro, cuando todos los plásticos rígidos lleven la codificación de la resina que los integra, también se buscará la selección domiciliar de estos residuos.

Otro método que se ha intentado es la recolección de los desperdicios en lugares de fácil acceso a los consumidores, tales como gasolineras, donde la gente tiene que pasar frecuentemente. Los programas no han tenido todo el éxito que se esperaba de ellos, por lo cual es difícil extraer una conclusión general sobre este tipo de equipamientos.

Algunos países han legislado sobre el tipo de envases a utilizar en determinados productos. En estos casos, la actitud del consumidor es clara en sentido de preferir la libertad de elección de los productos consumidos, así como de los materiales de empaque.

### **Recuperación y uso de energía**

Se consume energía en la fabricación, distribución y disposición final de los empaques. En los países de mayor desarrollo, se han reportado que un 2% de la energía total consumida podría ser obtenida de la transformación de los desechos sólidos. Naturalmente, la conservación de la energía ha sido un factor de preocupación continua para la industria del envase y embalaje. Sin embargo, debe hacerse una evaluación integral de todo el sistema para tener una adecuada medición global del consumo energético, ya que se involucran las siguientes etapas.

1. Producción de material primario.
2. Conversión del material primario en envase.
3. Proceso de empaque.
4. Distribución (transporte, almacenamiento y manejo)
5. Gestión de los desechos sólidos (que incluye la disposición final de cenizas al incinerarse los RSM).

En todas las etapas antes indicadas, la energía para el transporte es sumamente significativa. Una forma de empaque difiere de otros términos de peso o volumen, por lo que el consumo de energía para el transporte varía ampliamente. Algunos materiales de empaque pueden ser convertidos en energía directamente, mientras que otros los consumen para su transformación final. El consumo de energía en la elaboración del envase depende del proceso utilizado. En los países en desarrollo existe una mayor disponibilidad de mano de obra, mientras que en los países industrializados la automatización hace más intensivo el consumo de energía.

En términos generales, existe un atractivo potencial para el ahorro de energía mediante la sustitución de materias vírgenes por materiales reciclados.

### **Manejo de los RSM en algunas grandes ciudades de países en desarrollo**

En vista de que este proyecto busca contribuir a solucionar la problemática de los desechos sólidos en las principales ciudades de México, a continuación se presenta información básica sobre el manejo y disposición de los RSM en algunas de las grandes ciudades de países en vías de desarrollo.

#### **Desechos sólidos en la ciudad de Bombay, India.**

Con una población del orden de 8.24 millones de habitantes y con una ley (aprobada en 1988) que regula los desperdicios sólidos, la cantidad recolectada de basura en las calles y en los hogares es de 3 500 ton/día. Los escombros representan 1 500 ton/d y los desperdicios vegetales 300 ton/día.

La corporación municipal encargada de los servicios de limpieza gasta un equivalente de \$ 16 millones USD en recolección y disposición final de la basura municipal: el principal sistema de disposición final es el relleno. Existen confinamientos en cinco zonas de la ciudad. No se trata de rellenos sanitarios, sino de tiraderos con volteo de tierra y sin control de lixiviados ni de las biogás. En uno de ellos se estableció una planta resultó antieconómica y fue cerrada. Los precios de venta por unidad de composta eran de orden de la cuarta parte del costo. Existen colonias muy grandes de pepenadores viviendo en los tiraderos.

Cuadro 11  
Cuadro comparativo de características químicas  
De desechos sólidos municipales  
(% de humedad en peso mojado)  
(% en peso seco)

Características	India (Población superior a 2 millones)	Estados Unidos	Alemania Federal
Humedad	31.18	20.3	-----
Materia orgánica	27.57	30.35	16.30
Carbón	15.32	25.3	-----
Nitrógeno	0.58	0.6	0.1
Fósforo como OP	0.59	---	0.1
Potasio como OK	0.67	---	0.4
Kcal/kg	1140	3 330	2775

Cuadro 12.  
Cuadro comparativo de características físicas de  
Desechos sólidos municipales en el mundo  
(%en base de peso mojado)

características	India (Población superior a 2 millones)	Otros Países	Estados Unidos	Alemania Federal
Papel	7.07	2- 7.5	40-55	20-35
Plásticos	0.86	2-6	2-3	2-3
Metal	1.03	0.5-3	6-13	4-9
Vidrio	0.76	0.15-2	3-10	3-10
Ceniza y tierra fina	31.74	40-75	3-10	3-10
Materia para abono	41.69	15.50	10-15	10-20

### Manejo de los desechos sólidos en El Cairo, Egipto

Desde hace más de un siglo, los recolectores privados de basura de El Cairo, conocido como los Zabbaleen, se han dedicado a recoger toneladas de desechos domiciliarios y comerciales y a disponer de ellos en alguno de los siete tiraderos localizados en las afueras de la ciudad. Los Zabbaleen cobran tarifas mínimas por sus servicios. La principal componente de su ingreso proviene de la selección y comercialización de los desechos. Venden los materiales reciclables a intermediarios quienes, a su vez, los venden a pequeñas empresas.

Durante muchos años, esta comunidad de más de 20 mil miembros vivió en casuchas de cartón y lámina sin tener agua, alcantarillado, servicios de salud o educativos. A menudo se iniciaban fuegos que destruían grandes secciones de sus zonas habitacionales.

A principios de la década de los 80s, el gobierno de El Cairo – junto con un grupo de ambientalistas egipcios e internacionales – empezó a ocuparse seriamente de la vida y el quehacer de este grupo de personas marginadas. El proyecto de integrar a estas personas a una vida más saludable empezó con los habitantes del tiradero de Moqattam.

Se desarrollaron programas que tomaron muy en cuenta las relaciones familiares y sociales de la comunidad prestandose especial atención al ingenio y creatividad del grupo sobre sus mecanismos de establecer sistemas de trabajo a partir de la basura. Estos programas tuvieron por objetivo realizar la

participación de los residentes en la implantación misma de los proyectos de la integración y se enfocaron a ligar las mejorías sociales y ambientales con el desarrollo empresarial.

La primera de la mejoría fue darles a los Zabbaleen una escritura que les garantizara la propiedad legadle sus terrenos, instalarles una red de agua potable, una red de alcantarillado y una red de electricidad, pavimentar caminos y establecer clínicas y escuelas. Se implantaron también varios proyectos de higiene comunitaria, atención a las necesidades maternas e infantiles, así como capacitación sobre problemas de salud y reproducción de los animales.

Los miembros de la comunidad contribuyeron de manera extensiva con recursos financieros y mano de obra a mejorar sus habitaciones y condiciones ambientales. Entre los proyectos realizados, destacan los siguientes:

- Se introdujeron innovaciones tecnológicas de bajo costo al diseñar una planta de compostaje de 160 ton/día. La planta esta administrada por la Asociación de Colonos. Los costos de operación y mantenimiento se recuperan totalmente a partir de la venta de la composta.
- Se diseñó un proyecto de promoción empresarial para dar a los Zabbaleen nuevas oportunidades de negocios relacionados con sus conocimientos. Se estableció un crédito revolvente para promover a la comunidad de los mecanismos financieros requeridos para establecer una serie de industrias recicladoras comunitarias, con el fin de incrementar el valor de los residuos recuperados. Los residentes aportaron información e ideas muy valiosas para el diseño del programa, así como de los procesos utilizados.  
Este programa ha mejorado significativamente la productividad de los Zabbaleen, ya que ha incrementado tanto sus posibilidades de empleo, como su ingreso. Les ha permitido hacer un uso creativo de los recursos locales, así como obtener un suministro de productos esenciales a precios accesibles. El programa se ha repetido en otros asentamientos alrededor de la ciudad y los propios Zabbaleen han sido los principales responsables de la propagación de estos proyectos.
- Se estableció un proyecto para ofrecer oportunidades de generar ingresos a las mujeres que sean las “ganapanes” principales de sus familia. Se aplicó con gran éxito un mecanismo de crédito basado en una tradición de prestamos muy enraizada en la cultura de las mujeres de bajos ingresos en Egipto.
- Las habilidades empresariales adquiridas por los Zabbaleen – a través de los diversos programas de asistencia – los estimularon a competir con las nuevas compañías de gestión de los desechos creados recientemente para enfrentar la creciente demanda de servicios formales de recolección de los RSM.
- Los Zabbaleen se organizaron en varias sociedades pequeñas de gestión de los residuos, compraron camiones modernos para remplazar las carretas jaladas por burros y mejoraron sus métodos de recolección y manejo. Como resultado de ello, se les otorgó la concesión de continuar recolectando la basura de El Cairo.  
Este programa se ha convertido en un modelo de gestión y reciclaje de los desechos, ya que opera a escala comercial en un centro metropolitano de gran tamaño (la población de El Cairo es de aproximadamente) 15 millones de habitantes).

Todos los programas desarrollados han logrado combinar las fuerzas de las prácticas tradicionales y modernas. Como resultado, se cuenta con un sistema integrado, que son tanto eficientes en el costo como sólido desde el punto de vista ambiental. El “ Programa Ambiental y de Desarrollo de los Zabbaleen” ha permitido a las autoridades de la ciudad mantener a un grupo de bajos ingresos dignamente empleados en un servicio urbano productivo, sin costo para la ciudad. Cientos de miles de pequeños empresarios han podido acceder a fuentes de materias primas baratas y renovables, lográndose también proteger el medio ambiente de la acumulación diaria de miles de toneladas de basura.

### **Manejo de los desechos sólidos en Sao Paolo, Brasil.**

La mayor ciudad de Brasil , Sao Paola, tiene más de 435 años de existir, cerca de 12 millones de habitantes y todas las características de una gran metrópoli, incluyendo elevados índices de contaminación ambiental.

El manejo y la disposición de la basura domiciliar y de los residuos industriales representa uno de los principales problemas, que se agrava en la medida en que la población continua careciendo de información y guías sobre como puede – en el plano individual – contribuir a mejorar las condiciones de la vida colectiva. A igual que en muchas de las grandes ciudades de los países en desarrollo, no hay todavía una concientización generalizada acerca de la importancia y extraordinaria complejidad de la gestión de los residuos.

Se estima que en San Paolo se produce aproximadamente 1Kg/pers/día de basura municipal, por lo que deben disponer 12 000 toneladas diarias. A finales de la década pasada, la municipalidad inicio un Programa de Recolección Selectiva de la Basura, con el fin de reducir la cantidad que llega a disposición final, así como para involucrar a la población en la problemática. Se diseñaron, produjeron y repartieron volantes y folletos promocionales y explicativos, se celebraron reuniones comunitarias de información y se visitaron lugares directamente. El programa no abarca aun la totalidad de las colonias, pero crece día con día y está teniendo una buena respuesta de la población.

La basuras de los hogares debe separarse en dos tipos residuos reciclados (papel, vidrio, plástico y metales) y desechos comunes. Al principio del programa, la población de una colonia recibe de la municipalidad una bolsa de papel especial para almacenar en ellas sus desechos reciclables; esto son recolectados por un camión ad hoc una vez por semana y llevados al Centro de Selección de Pinheiros para ser procesados.

El Programa, que inicio en diciembre de 1989 en la colonia Vila Madalena (con 3 500 Hogares), para octubre de 1991 cubría ya 11 colonias (aproximadamente 70 hogares, con una población estima de 350 000 habitantes) y recogía 10 toneladas diarias de materiales reciclables. Para Marzo de 1992 se tenia planeado ampliar el servicio, concesionando la recolección una empresa privada, que añadirían 20 camiones a los nueve del municipio, con la cual la colecta llegaría a 370 000 hogares (población aproximada de 1 850 000 habitantes) para un total de 90 toneladas diarias.

Adicionalmente, se ha establecido Puesto de Entrega Voluntaria (PEVs) en diversas partes de la ciudad. Dicho puesto consisten en cuatro contenedores de acero (con capacidad aproxima de 1 500 l cada uno) pintados de colores diferentes para que la población deposite en ellos el papel y cartón (azul), botellas de vidrio mezclado (verde), plásticos (rojo) y botes de hojalata y aluminio (amarillo). Actualmente sólo hay 12 PEVs en la ciudad, (48 contenedores), a los que se da servicio de recolección con cinco camiones especializados que los vacía y llevan los materiales al Centro de Selección. Existe el proyecto de ampliar el número de PEVs en 40 más, usando ahora 160 contenedores de fibra de vidrio.

A partir de diciembre de este año se pretende colocar en parques, estacionamientos de centros comerciales y supermercados, conjuntos habitacionales y escuelas, Se esta promoviendo también que las empresas privadas patrocinen PEVs en otros lugares públicos, en los que podrían poner publicidad sobre sus marcas.

Internamente, todas las dependencias de la Prefectura de Sao Paolo han iniciado un programa de recolección de papel de oficina desechado, el cual también es llevado al Centro de Pinheiros para su acondicionamiento y venta de empresas recicladoras.

El Programa de Recolección Selectiva da asistencia a esfuerzos espontáneos que surjan en la ciudad (condominios, clubes, empresas, etcétera), con el fin de orientarlos sobre diversos aspectos de la recolección, selección, y comercialización. La municipalidad pone en contacto a estos grupos de ciudadanos con compradores e intermediarios de los materiales recuperados (los llamados sucateiro). En 1992 se instalaron PEVs en 50 escuelas municipales en las colonias que ya tienen recolección selectiva, pues el servicio a los contenedores lo dan los camiones de recolección domiciliar. Las escuelas pueden, si lo desean, comercializar sus productos directamente, en lugares de que éstos sean recogidos por la municipalidad.

El Centro de Selección de Pinheiros operaba con una banda de selección manual, con la capacidad para 30 ton/día en un solo turno de trabajo. En abril de 1992 se instaló una mejor banda de selección, que sustituyó la existente y que aumentó la capacidad de la planta a 70 ton/día/turno. El Centro cuenta con prensa para embalar pacas de papel y cartón así como con molinos para triturar vidrio y plásticos. El antigua incinerador que existía en el Centro está siendo desmantelado y el local se convertirá en otra línea de selección, con capacidad de 90 ton/día/turno

### **Recolección y disposición de basura en Manila, Filipinas**

Las autoridades de diversas municipalidades conurbana del Metro de Manila llevan varios años tratando de controlar la recolección informal de los desechos urbanos que realizan grupos de pepenadores, carretoneros y lancheros (Manila tiene más de 150 Km de ríos, que están tanto o más contaminados con

basura que las calles). Desde 1970 se han hecho redadas contra estos recolectores, encarcelándolos y confiscándoles sus carretas o sus lanchas, sin éxito. Al poco tiempo vuelven aparecer, pues realizan un servicio no sólo necesario, sino indispensable para ciudad, aunque crean enormes problemas de tráfico con sus carretas.

Desde 1987 se estableció un plan para eliminar camiones recolectores con financiamiento de Banco Mundial y se está tratando de mejorar sustancialmente el servicio de limpia municipal. El plan incluye el cierre de la “Montaña Humeante”, el famoso tiradero de tondo, ubicado en plena ciudad y en el que viven y trabajan más de 15 00 personas.

Se pretende pavimentar el tiradero, construir edificios habitacionales, escuelas y clínicas y convertir el área en una zona “libre basura y contaminación”. Se pretende dar hogar a pepenadores de otros tiraderos, creándose una comunidad para un total de 11 500 familias. Dentro del plan se incluye y también la rehabilitación y capacitación a esa población para lograr nuevas fuentes de trabajo, crear empresas, programas de financiamiento y servicios escolares y de salud. El plan se está enfocando bajo una perspectiva de sistemas para buscar el logro de soluciones integrales y balanceadas. Uno de sus objetivos centrales es “descontinuar la dependencia en la basura como una fuente de ingresos en Metro de Manila”. El gobierno desea tener el control total del manejo de la basura, para la cual instalará grandes plantas de procesamiento y recuperación de materiales, en las que dará trabajo a algunos de los pepenadores. El plan se está llevando a cabo con mucho retraso, especialmente debido a los cambios que ha habido en la presidencia de la república.

Mientras tanto, algunas ONG’s están llevando a cabo gran cantidad de acciones en apoyo de los pepenadores. Un buen ejemplo es el del “Consejo de Mujeres de Metro Manila, Movimiento Balikatan”, que lleva ya ocho años patrocinando un programa de “Reciclaje de Basura para un Desarrollo Sustentable” en las 21 colonias de la zona de San Juan, de la Ciudad Quezón.

El grupo integrado por más de 20 000 amas de casa, ha estado recuperado residuos domiciliarios secos y enviándolos a empresas de acopio y/o pequeños industriales quienes utilizan estos materiales secundarios en la producción de nuevos bienes. Por medio de cartas y visitas a hogares de la zona, han estado promoviendo que cada domicilio tenga dos botes de basura en la cocina: uno para desechos secos, como papel, cartón, plásticos, botellas, tapas, botes de hojalata, latas de pintura, láminas galvanizadas, chatarra metálica y zapatos con suela de hule y otro para desechos húmedos, como desperdicios de alimentos y de animales.

El grupo ha conseguido organizar tanto a los dueños de centros de acopio de chatarra y materiales de desecho en la zona, como a los “eco-asistentes”, grupo de jóvenes que llevan a cabo la recolección domiciliar, callejera y en los ríos. Los “chattarreros” han aceptado adquirir y pagar por todos los residuos secos que les lleven los muchachos y se han establecido tarifas fijas que permiten realizar las transacciones de modo ordenado y sistemático.

Los eco-asistentes pintaron de color verde sus carretones y lanchas con pintura que recibieron de Movimiento Balikatan y usan unas camisetas verdes y unas credenciales que les dio también la misma ONG. Estos “recolectores” siguen rutas fijas que estableció la ONG y llevan el producto de su trabajo a los chattarreros.

El sistema ha tenido mucho éxito, notándose claramente que las calles y los ríos de San Juan están más limpios que los del resto de Metro Manila. Además, tanto los jóvenes recolectores como los acopiadores han visto incrementar sus ingresos de manera sustancial.

El sistema protege el medio ambiente, ofrece beneficios a los hogares, a los eco-asistentes ya los chattarreros, así como a los pequeños industriales que adquieren materia prima a bajos costos. El Movimiento Balikatan considera que esta es una de las mejores maneras de fomentar el desarrollo sustentable.

### **Procesamiento de los RSM en JaKarta, Indonesia.**

Se estima que los Jakarta se produce a diario 4 500 ton de RSM. Cada noche, las bolsas de basura son dejadas en las banquetas por las amas de casa y para las 6.00 a.m. del día siguiente han desaparecido. Dependiendo de la zona de la ciudad, las bolsas son recogidas por los camiones municipales, o por un barrendero municipal que empuja con un carrito (y que cobra una tarifa semanal por llevarse los residuos). Pudiera ser que un pepenado urbano (permulung) haya rebuscado en las bolsas durante la noche, tratando de obtener material secundarios para venderlos. Cualquiera que sea el modo de recolección, la basura es entregada en un tiradero local de la colonia.

En la ciudad existen más de 900 tiraderos de transferencia comunal para la recepción de los desechos domiciliarios y comerciales. Muchos de los habitantes deben llevar su basura a estos centros, pues en

algunas zonas el servicio municipal de limpia no recoge a domicilio. Esto ha dado lugar a la creación de fuentes de trabajo para recolectores particulares.

En el tiradero, la basura es seleccionada cuidadosamente en el piso por pepenador y dueño de lapaks (centros de acopio de subproductos) En ocasiones, el tiradero está en terreno de un lapak privado, pues así el chatarrero tiene garantizada la oferta diaria de materiales.

El personal empleado en los lapaks separa los reciclables, entre los que destacan los metales (aluminio, plomo, estaño, hojalata, cobre, y película filmica de la que se extrae plata); plásticos (botellas, película o juguetes); papel y cartón (revistas y libros en buen estado se separan para ser vendidos en el mercado de la "re-lectura". Se estima que el 25% del papel de Jakarta se recicla); madera y vidrio (los frascos y botellas enteras se venden por pieza y producen mayor ingreso que por peso). Los bienes voluminosos también se separan y, de ser posible, se reparan para venderlos como de segunda mano.

Los dueños de lapaks ofrecen casa y comida más un miserable sueldo a los pepenadores que realizan el trabajo de selección, clasificación y mínimo acondicionamiento de los subproductos. En un lapak puede existir una comunidad de hasta 50 pepenadores, que puede incluir también a los pepenadores urbanos (pemulung) que recaban materiales en las casas y a los que se les paga por lo que traen.

Todos los pepenadores dependen totalmente del chatarreros finales de la selección de la basura incluyendo los desechos orgánicos, son recogidos durante el día por un camión del servicio de limpia y llevados al tiradero final de Bantak Geban en Bekasi, cerca de Jakarta.

### **Consideraciones sobre el manejo de los desechos sólidos en México D. F.**

Es difícil visualizar el problema de la basura por que no se presenta en forma inmediata sino a largo plazo, cuando la contaminación rebasa cualquier magnitud manejable. La contaminación rebasa cualquier magnitud manejable. La contaminación debe evitarse con medida apropiadas, pues de otra manera se acepta un lento y progresivo envenenamiento del ambiente y del patrimonio común de la sociedad.

A primera vista, el ciclo ecológico de la basura parecer no ser un problema tan urgente como otros que apremian al país, pero esta no es una razón para ignorarlo y posponerlo. Por el contrario, es el momento de analizarlo y planear alternativas de acción que resulten en una mejoría significativa de la situación actual. Existen los medios técnicos para lograrlo, pero hace falta agregarles una firme voluntad política y una mayor participación ciudadana.

La información que sigue está tomada del libro "Los demonios del Consumo" de Iván Restrepo *et al*, publicado por el Centro de Ecodesarrollo de México en 1991; en un análisis comparativo de la situación de los residuos sólidos municipales y los peligrosos entre la ciudad de México y algunas ciudades de Estados Unidos.

### **Planteamiento de la problemática**

El estudio de referencia cataloga los residuos sólidos en las siguientes categorías:

- Basura residencial: generada por los hogares.
- Basura municipal domiciliaria: generada por los hogares + comercio + oficinas + instituciones + lugares públicos.
- Basura urbana: generada por hogares + comercios + oficinas + instituciones + lugares públicos + industria.

La generación de basura municipal domiciliaria por persona y por día durante la década de los años 80s fluctuó alrededor de los 820 gramos. Estos desechos domiciliarios sumaron entonces más de 7 270 ton/día en el DF y más de 11 000 ton/día en la MCM. Así, durante la década pasada, el DF desechó cerca de 26 millones de toneladas de RSM, mientras que la ZMCM rebasó los 42 millones toneladas. A estas cifras habría que agregar los residuos de tipo industrial, que son depositados también en los tiraderos y rellenos sanitarios municipales.

Las estimaciones anteriores ofrecen una clara idea de las montañas de desechos que a diario se manejan en la zona metropolitana y en la áreas aledañas al DF. Lograr un manejo ecológicamente adecuado de estos volúmenes de basura es un problema de gran magnitud, el cual no ha sido resultado aún por las autoridades correspondientes. El impacto que ocasionan los miles de toneladas vertidas traduce en la contaminación permanente del hábitat inmediato de los capitalinos: este impacto nocivo o desencadenado por el ciclo de la basura.

Para el análisis, es importante considerar la composición y el tipo de basura. De acuerdo con las cifras recientes (1992) del Departamento del Distrito Federal (DDF), los RSM están formados por 41% de residuos de alimentos; 6% de residuos de jardinería; 18% de papel y cartón ; 8% de plásticos; y 5 de vidrio; 3% de lata; 3% de residuos sanitarios y 16% de residuos diversos.

Sin embargo, el análisis de Restrepo *et al* usa cifras diferentes, que aquí se reproducen para no cambiar el marco conceptual. Según este autor, se consideran que los desechos domésticos están formados por 45 % de residuos orgánicos de cocina; poco más del 10% de otro papel (toalla de papel, servilletas, papel sanitario, hojas, cuadernos etcétera,) y un mismo porcentaje de otros materiales, madera y materiales, madera y materiales misceláneos. Los restos de plantas y demás desperdicios de jardín alcanzan 8%, mientras que el plástico y el vidrio contribuyen con 7 % cada uno. Hay materiales que tiene un porcentaje más reducido, como es el caso de papel de empaque (5%); periódicos y revistas (4%), y metales (2%).

### **Comparación entre los desechos sólidos generados en México y los EUA**

En el estudio del Centro de Ecodesarrollo, con datos de la década de los 80s, se comparó la basura residencial de México con la EUA, observándose que la de este país tiene una composición que refleja un mayor uso de envases para alimentos industrializados y comida preparada. Mientras que en Phoenix la basura contiene 11 % de residuos de cocina y en Tucson 17%, en DF se alcanzan un 45 por ciento. Los envases de papel, vidrio plástico y metal conforman un mayor porcentaje en EUA y en Canadá (entre 25 y 35 %), mientras que en México sólo alcanza un 21 por ciento.

Mientras los habitantes del DF tiran diariamente un promedio de entre 392 y 443 gramos, los norteamericanos lo hacen entre 773 y 1 317 gramos. Aún cuando el nivel de desechos de materiales por persona es menor que en la mayoría de los países industrializados, la enorme concentración urbana de la Ciudad de México plantea una situación en la que las pequeñas cantidades de basura residencial se multiplican para las 16 delegaciones del DF y 17 municipios conurbanos, formando entonces enormes volúmenes que ponen a prueba a cualquier tipo de servicio de recolección y disposición.

Entre los factores que contribuyen a la menor generación por habitante de basura en México destacan las enormes diferencias en los ingresos económicos y estándares de la vida de los mexicanos respecto de los norteamericanos, así como las diferentes prácticas de consumo y preparación de alimentos. En México aún se recurre a la positiva costumbre de consumir productos naturales no procesados, que generan más residuos de alimentos y menos de envases. Además la crisis económica por la que pasó México durante los años 80s afectó el poder de compra de los hogares y obligó a la población a disminuir el consumo de ciertos productos y hasta eliminar otros de lo que se denomina la canasta básica.

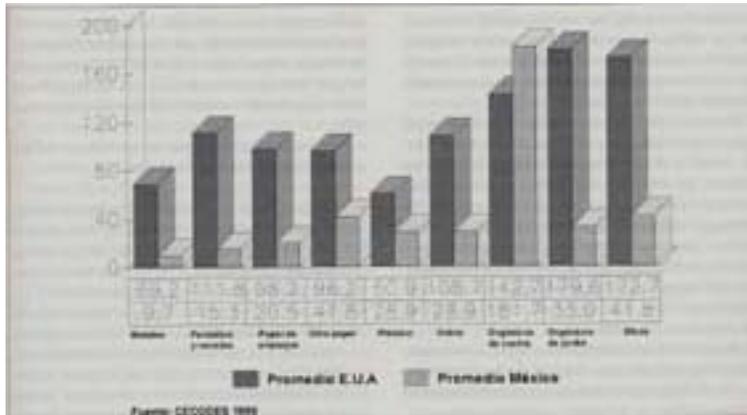
En un signo alentador el hecho de que sean los residuos de la cocina y los desechos de jardín los que constituyan la mitad de los desechos generados en la MZCM pues esto no contienen materiales tóxicos y pueden reutilizarse como composta, a diferencia de la situación que surgen de los hogares en los países industrializados, en los cuales puede haber una gran participación de productos procesados o industrializados envasados, que puede ocasionar una mayor presencia de materiales tóxicos y peligrosos.

Mientras los programas de reciclaje no sean más eficientes en los países industrializados (en EUA se estima en 1992 el nivel de recuperación de materiales reciclables sólo llegó al 13 %) y se sigan teniendo tan elevados niveles de generación de desechos por habitante, estos países seguirán teniendo un gasto dispendioso de recursos naturales y de energía.

Los hogares norteamericanos generan hasta 50 % más de basura que los hogares mexicanos; también se ha constatado que el peso de la basura por persona es mayor en EUA. Los habitantes de Tucson y Phoenix pueden llegar a tirar hasta 200% más de desechos domésticos que los capitalinos mexicanos. El promedio por habitante en el DF es de 412 gramos y en las ciudades mencionadas de 877 g, con recolección regular y de hasta 1 272 g con sistema de automatización de recolección.

A continuación se muestra una gráfica que presenta la composición de los desechos sólidos domiciliarios y se hace una comparación del DF con tres ciudades norteamericanas del proyecto: Tucson, Marin County Y Milwaukee, en las que se encontró una generación de 763 g/día y en la Phoenix, con 1 317 g/día.

Cabe señalar algunas observaciones generales sobre los desechos sólidos residenciales de ambas naciones:



Los hogares norteamericanos:

- Producen 21 % menos de desechos orgánicos de cocina, 5.4 veces más de desechos de jardín que los mexicanos.
- Generan 7.1 veces más de desechos de metales en la basura, así como 4.8 veces más de residuos de papel de empaque, 3.8 veces más de residuos de vidrio, 2.1 veces más de desechos de plásticos y 4.1 veces más de “otros materiales”.

Los hogares mexicanos:

- Producen un mayor proporción de desechos orgánicos de cocina dentro del total de la basura doméstica (45 % en comparación con el 17 % en los hogares americanos).

La causa principal para las diferencias anteriores está en la cantidad de productos frescos (frutas y verduras) que se consumen en ambos países. Al preparar 21 de jugos de naranja se producen varios cientos de gramos de cáscara y desechos orgánicos, mientras que si se prepara la misma cantidad de jugo a partir de un producto concentrado, sólo se desecha un envase que pesa menos de 50 gramos.

#### **Aspectos legislativos de los desechos sólidos en México.**

Continuando con el estudio de referencia, el Centro de Ecodesarrollo señala que en el Reglamento de Limpia del DF se tiene una muestra muy clara de la limitada visión de las autoridades en cuanto al manejo de la basura municipal, ya que el sector correspondiente no ha considerado la dimensión del problema ecológico que origina un manejo inadecuado e incompleto de los RSM.

El reglamento no identifica los trastornos que puede ocasionar la basura vertida en los múltiples tiraderos oficiales y clandestinos que se ubican en la capital y sus alrededores, pues la meta sólo se circunscribe a tener una ciudad pulcra, sin basura en las calles. La norma de referencia tampoco establece una estrategia coherente sobre el manejo de los desechos sólidos domésticos en particular, ni de los RSM en general. El estatuto federal denominado “Ley General del equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente” es como el reglamento de la Limpia del distrito Federal, en el sentido de también minimiza el impacto contaminante de los desechos sólidos. Su estrategia básica se reduce a enterrar los residuos. Ambos instrumentos dedican unas pocas líneas a señalar tímidamente que se pueden reducir y reciclar los materiales de desecho, algo que está muy alejado de lo que debería ser una estrategia realista de manejo de los residuos.

La administración pública no ha precisado como atacar el problema, ni ha establecido los lineamientos formales y claros para un control de los efectos contaminantes de la basura, señalando sólo la necesidad de establecer plantas de incineración dentro de la zona conurbana como una de las soluciones al problema de los volúmenes crecientes de desechos sólidos en la capital.

Existen organismos – entre los cuales está el Centro de Ecodesarrollo – que considera que dichas plantas ocasionan graves problemas de contaminación y son un enorme riesgo para la salud de la población, por la emisión de dioxinas resultantes de la combustión y por las cenizas resultantes de la incineración, además del alto costo de inversión y operación de estos sistemas. (La opinión de este estudio no

concuerdar con lo anterior. En secciones previas se presentó la situación real de la incineración, la cual si debe ser considerada como un elemento importante en los futuros programas de gestión de los RSM en el Distrito Federal).

### **Observaciones respecto de los desechos peligrosos.**

A pesar de que este estudio está orientado a los residuos de envases y embalajes per se, es conveniente decir algunas palabras respecto de los productos peligrosos en el hogar. La razón es que estos productos usan envases que actualmente están siendo desechados en México junto con la basura regular, por lo que acaban su vida útil en los rellenos sanitarios, donde se vuelven focos de contaminación. Siguiendo con la información que ofrece el centro de Ecodesarrollo, se tiene que:

- Existe un serio problema de desechos domésticos contaminantes en la ZMCM. Aún cuando estos residuos sólo representan un porcentaje mínimo (entre 0.034 % a 1 %) de la basura residencial, su impacto es muy considerable.
- Es necesario revisar el concepto que se tiene de la basura domiciliaria, pues se la considera inofensiva y, por definición, no contaminante. Por el contrario, se trata de un conjunto tóxico y contaminante de diversos materiales debido al gran número de sustancias peligrosas que se utilizan en el hogar; cosméticos, medicinas, detergentes, limpiadores, solventes, plaguicidas, pinturas, pilas y baterías eléctricas y muchos otros productos.
- Al ser depositada en los tiraderos y rellenos, la basura entra en un ciclo de actividad e interacción con su nuevo ambiente. La basura no permanece estática o inerte cuando la lluvia se percola a través de los depósitos, pues la interacción del agua con los desechos sólidos produce una sustancia muy peligrosa: “la lechada” o lixiviado, que se puede transmitir a los mantos freáticos que circundan en las zonas de los tiraderos. El registro de filtración y escape de este líquido es bastante alto cuando el relleno no simple con las normas internacionales de diseño, construcción y operación para este tipo de lugares de disposición final de los residuos. La lechada ha contaminado fuentes de agua de varias zonas del D. F., sobre todo las adyacentes a los antiguos tiraderos a cielo abierto y a los actuales cuasi rellenos sanitarios en operación.
- Se considera que el total estimado de desechos domésticos contaminantes (DDC) en el DF alcanzan más de 4 400 toneladas anuales. Esto significa que cada uno de los habitantes de la capital de la República contribuye con cerca de 10 gramos de DDCs por semana, para un promedio semanal de 48 gramos por hogar; o sea, un total de 85 ton por semana para ciudad. Se considera en este total sólo los desechos sólidos contaminantes que son tirados a la basura. Otros DDCs, en forma líquida o combinada, se van diariamente por los drenajes urbanos, hacia zonas de riego y finalmente al mar.
- En el DF, incluyendo los residuos industriales, se tiran entre 8 000 y 25 000 toneladas anuales de contaminantes, junto como parte de los residuos que van a los tiraderos y rellenos. Cantidades anuales de ese orden han ido acumulándose paulatinamente, para sumar sólo en la década de los años 80s, hasta un mínimo de 87 000 ton de desechos contaminantes. Este total podría alcanzar hasta 257 000 ton de residuos peligrosos en dicho lapso. Para toda la zona metropolitana conurbana, en la pasada década, el total de desechos contaminantes peligrosos podría situarse entre 143 000 y 422 000 toneladas.
- El panorama resulta desolador cuando se piensa en la proporción y volumen total de los desperdicios altamente tóxicos desechados por muchas industria, comercios y prestadores de servicios. Los desechos de esta empresa se unen a los residuos residenciales en los sitios de depósito, en las aguas residuales urbanas y con frecuencia en los suelos aledaños a los centros de actividades de dicho negocio. Del total diario por habitante de basura urbana generada en el DF (aproximadamente 825 g), se estima que 134 g corresponden a residuos sólidos contaminantes. Esto equivale a más de 1 750 toneladas diarias de contaminantes sólidos, en múltiples tipos y diversos grados de toxicidad. Estos datos contribuyen a entender mejor los alcances actuales y futuros de la contaminación ocasionada por los desechos sólidos peligrosos que se manejan en los hogares y en la industria.
- La ecotoxicología es una disciplina que todavía se encuentra en sus inicios, pero ya abrió “la caja de Pandora” en materia del riesgo y daño a la salud humana, por uso generalizado de productos contaminantes por parte de la población y la industria. Además, estos contaminantes y productos nocivos afectan de modo importante a otros organismos necesarios para el mantenimiento del hábitat. La realidad es que no se conocen todos los

posibles efectos de utilizar agentes químicos y biológicos de tipos de contaminantes, que diariamente son fabricados, consumidos y desechados irracionalmente. Para tener una idea clara del problema, la preparación de profesionistas que puedan trabajar en estos aspectos es de primordial importancia. Las medidas preventivas, así como la reparación de daños ecológicos que tuvieron lugar en el pasado, sólo resultarán de la participación y presión ciudadana para conservar el patrimonio ambiental.

### **Consideraciones para el futuro**

Algunas de las sugerencias y observaciones relacionadas con el manejo de los desechos sólidos, planteados en el mencionado estudio, son las siguientes:

- El reciclaje es una de las mejores alternativas para reducir los volúmenes de desechos sólidos que se depositan en los tiraderos y rellenos sanitarios. Pero esta tecnología se ha dificultado por que los habitantes de la capital no están motivados para separar domésticamente los desechos orgánicos de los inorgánicos, lo cual daría como resultado un rápido procesamiento para el reciclaje.
- Se considera que los grupos de pepenadores que viven en los tiraderos deben ser tomados en cuenta como parte fundamental de cualquier estrategia del reciclaje de residuos. De la misma manera, también los pequeños grupos de comerciantes que adquieren los desechos reciclables deben ser considerados en los futuros programas de reciclaje. Con experiencia y uso de tecnología barata, los grupos anteriores han dado muestras de cómo transformar y utilizar diversos materiales: plásticos, vidrio y papeles sin necesidad de importar tecnología sofisticada ni costosa.
- Es tiempo de establecer un programa integral para el manejo y disposición de los residuos sólidos, que contemple soluciones globales y no sólo aquellas soluciones aisladas que tratan de esconder la basura. Se debe conocer y entender como se generan los RSM y que cantidades aporta cada quien, así como identificar los productos y elementos de uso diario que contaminan y deberían ser manejados de modo especial.
- Los sitios de depósito, tiraderos y rellenos sanitarios deben contar con un diseño adecuado y con una construcción y operación ecológicamente segura. Es de fundamental importancia que estos lugares tengan una capa impermeable en el fondo y un sistema de recolección y tratamiento de los lixiviados. Además se necesita establecer un estricto control sobre la basura que se deposita en ellos, pues no se debería de aceptar ningún tipo de desecho industrial peligroso, ni residuos tóxicos o basura contaminante. No debe permitirse la practica arraigada de mezclar residuos peligrosos con la basura residencial y de igual forma, debe buscarse la manera de impedir el desecho clandestino de estos productos.
- Los pozos de agua potable, así como los sitios de depósitos de los RSM deben ser monitoreados continuamente, para poder actuar ante cualquier signo de contaminación del agua freática. Existen ya demasiados ejemplos de contaminación de las aguas por desechos tóxicos en los basureros de la capital, por lo que debe evitarse que esto continúe sucediendo en el futuro.
- Debe impulsarse que la gente compre menos artículos contaminantes de uso casero y que evite en lo posible adquirir productos altamente tóxicos y contaminantes, sustituyéndolos por productos más benignos para el ambiente y la salud. Estas acciones lograrían disminuir en mucho la cantidad de residuos dañinos que terminan en los rellenos sanitarios.
- Es conveniente promover campañas de recolección de productos domésticos contaminantes a nivel de colonia y asegurar así que serán depositados en el sitio de confinamiento especializado para este tipo de desechos.
- Finalmente, la ciudadanía debería exigir a sus representantes, diputados y senadores, la implantación de una legislación ambiental más comprometida con el uso racional de los recursos y la preservación del patrimonio natural. La prevención de los posibles daños ecológicos, que puedan ser irreparables, es sin duda la mejor alternativa de acción. No debe esperarse a actuar hasta que la contaminación llegue a niveles catastróficos, pues entonces será demasiado

tarde y los costos asociados con la limpieza y restitución de las condiciones del medio ambiente estarán fuera del alcance de la sociedad. La meta actual debe ser luchar por establecer y poner en marcha una estrategia razonable de manejo de los desechos sólidos que evite, controle y frene el ciclo de contaminación ocasionado por las basuras generadas en una zona tan densamente poblada como es la ZMCM.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Planteamiento para el sector público.

#### Sistema de gestión integral de los RSM

El análisis anterior conduce a recomendar el establecimiento de sistemas de gestión integral de los residuos sólidos municipales (RSM). Estos sistemas constan de una variedad de acciones y prácticas de administración de los residuos, que se complementen y permitan manejar con seguridad y eficiencia los flujos municipales de residuos sólidos, con un impacto negativo mínimo sobre la salud humana y el medio ambiente.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Sistemas de gestión de los RSM

- Sistemas de gestión integral (reducción de origen, reutilización, reciclaje, compostaje, incineración y rellenos sanitarios).
- Estructuras administrativas ad hoc.
- Sistemas de análisis de la composición de los RSM
- Métodos apropiados de recolección
- Capacidad adecuada para la disposición final
- Planes para instalar incineradores a corto plazo
- Programas de reducción en la fuente
- Planes y presupuestos para la clausura y control de tiraderos a cielo abierto y clandestino.
- Legislación apropiada para llevar acabo las acciones anteriores.
- Planes y fuentes de financiamiento.

De conformidad con las prácticas actuales en varios países desarrollados y de algunos en vías de desarrollo, que se considera que un sistema de gestión integral de los RSM debe incluir algunos o todos de los siguientes componentes:

- Reducción en la fuente o de origen (incluyendo reuso de productos).
- Reciclaje de materiales (incluyendo producción de metano y/o compostaje de los productos orgánicos).
- Incineración de residuos (incluyendo recuperación de la energía).
- Disposición final en rellenos sanitarios.

Lo anterior, sin embargo, no es suficiente para la administración de manera efectiva y total el flujo de residuos; es necesario contar con varios elementos más para lograr un sistema completo de gestión de los residuos sólidos. Estos elementos son:

- Una estructura administrativa para la gestión de los RSM. Capaz de implantar planes regionales de gestión integral de los residuos y de supervisar el funcionamiento del sistema.
- Conocimiento preciso de la cantidad e identidad de los residuos generados en la zona metropolitana, incluyendo los desechos industriales.
- Métodos apropiados de recolección y transporte de los RSM
- Capacidad adecuada para disposición final (incluyendo incineración con recuperación de energía y rellenos sanitarios apropiados).
- Programas de reducción en la fuente y de reciclaje de los residuos, tanto domiciliarios como industriales.
- Planes para la clausura, limpieza y control de los actuales tiraderos a cielo abierto.
- Legislación apropiada para la implantación de las acciones y programas anteriores.
- Planes y fuentes de financiamiento, acuerdos de asistencia y cooperación técnica y presupuesto operativo apropiado.

- Plan de acción agresivo para la implantación de las diversas componentes de un sistema de gestión integral de los RSM incluyendo programas de educación para la niñez, de motivación para la ciudadanía y de incentivación para las empresas e instituciones.

Es importante tener presente que, aunque el reciclaje y la disposición final son dos de los más importantes elementos de la gestión de los RSM, por sí solos no bastan, por lo que deben complementarse con todos los demás elementos para formar un sistema completo. Los sistemas modernos de gestión de los residuos sólidos requieren inversiones considerables de infraestructura (construcciones, equipos de transporte y compactación, instalaciones de procesamiento, medidas para controlar la contaminación) en los aspectos referentes a manejo, conversión de los desechos en energía y disposición en relleno sanitario. En el aspecto del reciclaje, también es necesario efectuar inversiones sustanciales para instrumentar sistemas de recolección selectiva, centros de acopio, de recuperación de materiales y de procesamiento y comercialización de los subproductos. Un sistema de gestión de los RSM mal planificado y operado puede resultar en costos varias veces mayores que los de un sistema bien planeado y administrado

### **Política general sobre desechos sólidos.**

En México, la administración de la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos sólidos, en sus respectivas jurisdicciones, es responsabilidad de los municipios. Esto proviene de un mandato constitucional y responde a una política del gobierno federal y de los estados y municipios, que buscar:

- Proteger la unidad pública y lograr el bienestar social;
- Prevenir la contaminación del agua y el aire;
- Prevenir la propagación de enfermedades y el desarrollo de plagas.
- Conservar los recursos naturales;
- Realzar la belleza y calidad del medio ambiente.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Políticas generales sobre RSM

El INE/Sedesol debe promover:

- Establecimiento de planes de gestión integral en municipios.
- Establecimiento de distritos regionales o zonas metropolitanas conurbanas de planificación.
- Establecimiento de un código nacional de gestión de los RSM, que norme la implementación de planes regionales y metropolitanos, incluyendo diseño de rellenos sanitarios modernos.

Las municipalidades – con apoyo del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) - deberían de desarrollar planes de acción para contar con adecuados sistemas integrales de gestión para el manejo de los residuos sólidos.

El INE/Sedesol debe fomentar el establecimiento de distritos regionales o zonas metropolitanas conurbanas de planificación, para propósitos de la gestión de los residuos sólidos de manera que todo el territorio nacional quede cubierto por planes de manejo de los RSM (que incluya los niveles municipal, regional, y estatal).

Se considera necesario establecer un Código Nacional de Gestión de Residuos Sólidos, que regule la implantación de los correspondientes planes de acción. El Código debe incluir estándares modernos de diseño e ingeniería para los rellenos sanitarios, los cuales representan tanto actualmente como a corto plazo el método primario de disposición de los residuos sólidos en el país.

### **Comisiones Regionales de Gestión de los RSM**

En municipios conurbanos – como es el caso de las zonas Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), de Guadalajara (ZMG) y de Monterrey (ZMM) – deben diseñarse planes de enfoque regional y de implantación obligatoria por todas las municipalidades involucradas.

## Conclusiones y recomendaciones

### Enfoque regional de gestión

El INE/Sedesol debe promover:

- Creación de comisiones intersectoriales para la gestión de los RSM, a nivel metropolitano conurbano y/o regional
- Establecimiento de programas federales de financiamiento para la operación de las comisiones (incluyendo sistemas para el reciclaje, centros de acopio y de acondicionamiento, estaciones de transferencia, desarrollo de mercados y de programas de divulgación, educación y motivación.

Las comisiones deben responsabilizarse de:

- Recabar y difundir información.
- Analizar, evaluar y planificar necesidades del distrito para el manejo de los RSM
- Concesiones y supervisar los servicios de limpia recolección, procesamiento y disposición de los RSM.

Es necesario contar con buenos sistemas de gestión de los RSM para lograr un desarrollo y un crecimiento económico sustentable ecológicamente, para lo cual se recomienda crear Comisiones Regionales o de las zonas conurbanas, que participen en la planificación y supervisión de la ejecución los procesos acordados, para la gestión eficaz de los desechos sólidos.

Se sugiere que en cada región, distrito o zona conurbana, que participen en la planificación y supervisión de la ejecución los procesos acordados, para la gestión eficaz de los desechos sólidos.

Se sugiere que en cada región, distrito o zona conurbana, se integre una Comisión, semejante a la Comisión Metropolitana para la Protección del Medio Ambiente del Valle de México, cuya responsabilidad sea recabar información, analizar, evaluar y planificar la problemática y las necesidades del distrito en materia de desechos sólidos: así como emitir o cancelar permisos y concesiones sobre los diversos servicios que pueden ofrecer a las comunidades en materia de recolección, transporte, selección, reciclaje, incineración y disposición final de los RSM.

El INE/Sedesol debería establecer un programa federal de financiamiento a las comunidades y regiones, con el propósito de que diseñen e implementen programas de reciclaje de los desechos domiciliarios y comerciales, así como programas de gestión integral de los RSM. El financiamiento debe otorgarse para asuntos relacionados con la planificación, adquisición e instalación de los equipamientos para reciclaje, centros de acopio en general, estaciones de transferencia, desarrollo de mercados de productos secundarios y programas de divulgación, incentivación, motivación y educación. La operación de los programas de reciclaje, así como los costos evitados por la disminución de residuos que llegan a los rellenos sanitarios, deben permitir la recuperación del financiamiento federal. Muy probablemente se requiera también establecer un sistema de tarifas diferenciales para el cobro de los servicios de recolección y disposición de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales e institucionales, con el fin de contribuir a cubrir los costos de operación.

Para que una comunidad sea elegible para el financiamiento federal, deberá someter un plan sólido y realista de gestión de los RSM a la consideración de las autoridades correspondientes del INE/Sedesol.

### **Composición y gestión de los residuos sólidos.**

Ninguna de las ciudades o zonas conurbanas principales del país tiene datos específicos confiables sobre la composición real del flujo de residuos sólidos. Según la fuente que se consulte, los porcentajes reportados pueden variar hasta en un 100 por ciento.

Con propósito de precisar los planes municipales o regionales de manejo de los RSM, es indispensable tener registros adecuados de las cantidades de desechos generales en domicilio, comercios, instituciones, vías y lugares públicos e industrias.

## Conclusiones y recomendaciones

### Composición de los residuos

- Deben realizarse estudios de composición de los RSM, siguiendo la metodología del Centro de Ecodesarrollo.
- Debe clasificarse la basura en:
  - Residencial (hogares)
  - Municipales domiciliaria (residencial + comercio + oficinas + instituciones + otros establecimientos + vía pública) .
  - Urbana (municipal domiciliaria + industria)
  - La industria debe someter informes periódicos a las comisiones intersectoriales sobre cantidades y tipos de residuos que genere y desecha

Se requiere cuantificar los residuos que llegan diariamente a los rellenos sanitarios para poder establecer tarifas de disposición adecuadas, así como planificar la evolución y requerimientos de nuevos espacios para disposición futura.

Las municipalidades deben efectuar encuestas profundas o recurrir a datos fidedignos de censos en industrias, empresas e instituciones, para obtener información sobre cada tipo de negocio respecto del giro; número de empleados; datos de consumo diario y anuales de energía y materias primas; cifras específicas sobre generación, recolección y disposición de desechos sólidos; participación en programas de reciclaje e interés por participar en una bolsa regional de intercambio de desechos industriales (base datos computarizada que pueda alimentarse con datos locales, regionales, estatales y nacionales).

Se recomienda elaborar estudios de composición y volumen de residuos, de acuerdo con la metodología diseñada y probada por el Centro de Ecodesarrollo . dividiendo los residuos sólidos en los siguientes tipos:

- Basura residencial (generada en hogares). Índice de medición basura residencial por habitante.
- Basura municipal domiciliaria (proveniente de hogares, comercios, oficinas, instituciones y otros establecimientos), Índice de medición basura municipal domiciliaria per cápita
- Basura urbana (generada por hogares, comercios, oficinas, instituciones, otros establecimientos e industrias). Índice de medición: basura urbana per cápita.

Se recomienda que las municipalidades o comisiones regionales emitan ordenanzas requiriendo a la industria a presentar informes periódicos que indiquen las cantidades y la composición de los residuos sólidos que generan y desechan, independientemente de cual sea el método de disposición final de los mismos . La reglamentación debe ser considerar la aplicación de multas en casos de incumplimiento en la entrega a tiempo de los informes mencionados. Este requerimiento debe incluir a empresas que operan sus propios confinamientos de residuos industriales, conocidos mundialmente como de clase III

### Enfoque regional

El testimonio recabado de funcionarios locales o nacionales, de industriales y comerciales y de ciudadanos, diversos países del mundo, es unánime.

## Conclusiones y recomendaciones

### Comisiones regionales

- Debe integrarse con representantes gubernamentales (municipales, estatales y federales), de la industria y el comercio de sindicatos y uniones de trabajadores de limpia y pepenadores, de ONGs.
- Debe responsabilizarse del diseño y la ejecución de planes de gestión distrital, así como tener autoridad para concesionar los servicios, fijar tarifas diferenciales e intervenir en los municipios del distrito .
- Deben tener poder para enajenar, requisitar expropiar lugares necesarios para que los servicios que ofrezcan eficientemente.

Respecto de que los gobiernos municipales no pueden solventar o administrar apropiadamente la recolección, el transporte y la disposición de los desechos sólidos si actúan de manera independiente. En

consecuencia, las ciudades y los municipios están dándose cuenta de las ventajas de trabajar de manera cooperativa, en un nivel regional o distrital .

Es necesario que las legislaturas apropiadas emitan normas para requerir la evaluación y la planificación de la gestión de los residuos sólidos de manera regional , de acuerdo con distritos geográficos apropiado, según sea su ubicación urbana o rural. Las comisiones regionales que se establezcan deberán tener poder para emitir o cancelar permisos y concesiones para operar instalaciones eficientes de recolección, selección y disposición final dentro del distrito.

Los gobiernos federales, estatales y municipales deberán fijar políticas que promuevan la cooperación regional, en aquellos niveles de población donde sean económicamente ventajosos planificar e implementar sistemas cooperativos de gestión integral de los desechos sólidos.

Las Comisiones Regionales de Gestión de los Residuos Sólidos deben contar, mediante la legislación apropiada, con los suficientes poderes y autoridades para llevar a cabo las responsabilidades siguientes: planificación, recolección, transporte, selección para el reciclaje y disposición de los desechos sólidos. Deben ser capaces de fijar tarifas; seleccionar lugares para estaciones de transferencia, centros de acopio, centros de recuperación de materiales y energía y rellenos sanitarios; incurrir en deuda; emitir bonos; todo lo anterior delegado en ellas por las ciudades y municipios a los que darán servicio.

Las Comisiones Regionales deberán estar integradas por representantes gubernamentales federales, estatales y de cada ciudad y municipio del distrito, por representantes de la industria y del comercio locales, de sindicatos o uniones de trabajadores relacionados con la recolección, transporte, selección, acopio, acondicionamiento y venta de materiales secundarios, así como por representantes de ONGs interesadas en esta problemática.

Con propósito de implementar un verdadero enfoque regional a la problemática de los desechos sólidos, la responsabilidad de diseñar y ejecutar un plan para la gestión distrital de los RSM, así como de establecer y desarrollar un sistema distrital de gestión de los mismos debe ser de la exclusiva competencia de las Comisiones Regionales.

En el caso de algunas municipalidades deje de cumplir con el plan establecido, la Comisión correspondiente debe contar con la suficiente autoridad como para intervenir ente el departamento de limpia o de servicios urbanos de la localidad infractora, para revocar o negar el permiso o la autorización de cualquiera de los elementos del sistema de gestión de los RSM.

Las Comisiones Regionales deben contar con la autorización para enajenar, poseer, construir y/o manejar bienes muebles e inmuebles de cualquier naturaleza que sean necesarios para la gestión de los residuos sólidos. Más aún, con el fin de poder ejecutar estos poderes y responsabilidades, se considera necesario que los distritos regionales puedan adquirir en propiedad o uso cualquier componente de los sistemas actuales de gestión de los residuos sólidos que sean propiedad de, o estén controlados por los municipios miembros de la Comisión Regional. Si una Comisión decide adueñarse de alguna componente de un sistema de gestión de residuos sólidos que estén en el distrito, por ejemplo un relleno sanitario o una estación de transferencia, debe entonces también absorber toda la responsabilidad asociada con dicho elemento

Se considera que la mejor forma de lograr que alguna instalación de manejo o disposición de residuos sólidos tengan el control de los desechos que llegan a ella es mediante el requisito de que el permiso de operación de dicha instalación sea otorgada a la propia Comisión Regional. Cada distrito debe considerar el establecimiento de tarifas diferenciales para los residuos “importados” de las diversas zonas del distrito y aún de fuera de dicho distrito. Las tarifas deben considerar los costos de asegurar las características y contenido de los residuos importados y el distrito debe poder recuperar los costos de inspección y ensayo que puedan ser necesarios llevar a cabo en el lugar de origen de los desechos. Es importante partir de la base de que un distrito debe poder fijar tarifas tan altas como las que el “exportador” pagaría si tuviera que disponer de los residuos en su propia localidad o distrito.

Un distrito cuyo sistema de gestión de los residuos sólidos haya sido aprobado debe tener la autoridad para poder requisitar y/o expropiar, mediante poderes reglamentarios, el uso de determinados lugares para instalar estaciones de transferencia, centro de acopio, centros de recuperación de recursos y para cualquiera otra operación de manejo de los desechos sólidos generados dentro del distrito. Asimismo, la legislación debe otorgar autoridad total a la Comisión Regional para que ésta pueda prohibir – a cualquier persona física o moral distinta de la propia Comisión - el manejo y disposición de los RSM de dicho distrito.

En otro orden, las Comisiones Regionales deben contar con un mínimo de personal que les permita asegurar relaciones de información y coordinación con los departamentos de limpia de las municipalidades integrantes del distrito. Este personal debe ser capaz de ofrecer asistencia técnica e información y en especial datos relacionados con el reciclaje, tanto a miembros de la Comisión como al público en general.

En el caso de que sea necesario ubicar adecuadamente una nueva instalación o expandir una instalación existente de manejo o disposición de RSM, de forma ecológicamente apropiada, las Comisiones Regionales deberán contar con el poder suficiente para expropiar terrenos, con el único propósito de poderlos usar como instalaciones para la gestión de residuos sólidos. En el caso de que una Comisión Distrital ejerza el poder de expropiación, deberá preparar y publicar previamente un informe de impacto ambiental.

### **Desincorporación de los servicios de limpia.**

Una de las áreas potencialmente más lucrativas en el manejo y la disposición de los desechos sólidos es la del transporte de los mismos de los mismos. Muchas municipalidades en México han mostrado ser incapaces de generar ingresos adecuados por esta actividad; más bien estos “servicios” son impresionantes centros de costos, ineficiencia y corrupción.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Desincorporación de los servicios

- La recolección y el transporte de los residuos son una de las áreas potencialmente más lucrativas del manejo de los RSM
- Las municipalidades no han logrado convertir este servicio en un centro de ingreso.
- Se recomienda desincorporar este servicio, así como también todos los aspectos de la gestión municipal de los residuos.

Se sugiere que la recolección y el transporte de los RSM deje ser operada directamente por las municipalidades y que las Comisiones Regionales ofrezcan concesiones de estos servicios a transportistas particulares.

Ahora bien, la existencia de tiraderos ilegales a cielo abierto, en los cuales se depositan residuos industriales, se debe a la irresponsabilidad de algunos transportistas particulares que pueden ser localizados mediante una investigación detallada. A un transportista responsable le cuesta más caro disponer adecuadamente de los RSM que a uno de los irresponsables, por lo que estos pudiera estar en general, en mejores condiciones de ganar concursos sobre concesiones de recolección y transporte de los RSM. Se sugiere, por tanto, que las Comisiones Regionales, mediante legislación apropiada, tengan autoridad suficiente para negar la participación en concurso de concesiones aquellos transportistas privados a quienes se les haya comprobado irregularidades en sus actividades, así como para poder fijar las tarifas apropiadas a dichas concesiones en el distrito de su jurisdicción.

Corresponde al INE/Sedesol y a las secretarías estatales de ecología, mediante la normalización técnica apropiada, fijar los estándares básicos mínimos necesarios para los procesos de otorgamiento de concesiones y licencias. Se sugiere también que los transportistas aporten pruebas de capacidad técnica y financiera, ante de que les sea otorgada una concesión.

### **Enseñanza y motivación del público**

Se ha encontrado que un aspecto crítico en la implantación exitosa de sistemas de gestión integral de los RSM es educar al público en general sobre la administración responsable de los desechos sólidos. Este proceso debe empezar desde los primeros años escolares y estar diseñado para llegar a personas de cualquier edad, así como a todos los sectores económicos de la sociedad.

Se sugiere que la Secretaría de Educación Pública (SEP), en su calidad de órgano rector de la educación básica en el país, además de los actuales requisitos que ya ha emitido sobre estudios de la Naturaleza en los niveles elementales de la enseñanza, especialmente sobre conservación de recursos naturales y problemas que afectan la calidad del medio ambiente, establezcan nuevos requisitos para que, tanto maestros como estudiantes tomen cursos sobre la problemática y el impacto ambiental de los residuos sólidos.

## Conclusiones y recomendaciones

### Enseñanza y motivación

- Aspectos de la gestión de los RSM. Educar niños y adultos
- INE/Sedesol, junto con SEP, CNCA y CONACYT, debe:
  - Promover cursos para maestros y alumnos en RSM
  - Fomentar desarrollo de libros, videos y otros materiales de enseñanza e información
  - Patrocinar seminarios y talleres para maestros y padres sobre esta problemática
  - Patrocinar estudios e investigaciones
  - Promover campañas educativas en radio y TV

Existe una gran necesidad de materiales impresos, libros de texto, guías para instructores, etcétera, que pueda ser usados por los maestros de escuelas de manera tal que se incorporen adecuadamente a los actuales programas de desarrollo de capacidades, de formación y de información. Se recomienda que la SEP promueva la producción y distribución de materiales educativos e informativos para estudiantes y maestros, relacionados con diversos aspectos de la generación, manejo y disposición responsable de los desechos sólidos. Muy especialmente, se considera urgente la producción y uso de libros de texto gratuitos sobre esta temática, para todos los niveles de la enseñanza preescolar, básica y secundaria. Se recomienda que la SEP, en colaboración con INE/Sedesol, patrocinen seminarios y talleres para maestros y padres de familia, proporcionen libros, revistas, documentos, videos y toda clase de materiales educativos a las escuelas públicas, sobre la temática y problemática de los residuos sólidos. Un instrumento eficaz de enseñanza y motivación para adultos, usado en diversas partes del mundo, es el “Móvil de la Basura”, o más apropiadamente una unidad móvil de capacitación sobre los desechos sólidos. Unidades de este tipo permiten ofrecer información y demostraciones auténticas sobre reciclaje y manejo de los desechos, en prácticamente en todos los rincones de cualquier ciudad. Se recomienda que el INE/Sedesol, en colaboración con la SEP, con las Comisiones Regionales y con los departamentos de limpia de las principales municipalidades del país, operen una flotilla de “Móviles de los RSM” que contengan folletos, videos y toda clase de recursos educativos, de divulgación y motivacionales, diseñados para demostraciones para un público que incluya desde niños en nivel preescolar hasta adultos en general. Se recomienda financiar adecuadamente los sistemas públicos y/o académicos de televisión, con el fin de que puedan adquirir y/o desarrollar una programación eficaz sobre educación y divulgación en materia de gestión de los desechos sólidos.

Los programas educativos que el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, así como el Consejo nacional de Ciencia y Tecnología, establezcan fondos especiales para financiar estudios e investigaciones, desarrollo de materiales educativos y cursos de capacitación y adiestramiento respecto de las diversas componentes de la gestión integral de los RSM.

Se recomienda que las municipalidades diseñen y ejecuten campañas educativas públicas que contengan mensajes muy simples, concisos y orientados hacia diversos aspectos de la problemática de los residuos sólidos. En las campañas que han tenido éxito señalan beneficios, costos y oportunidades. Los planes de gestión de los RSM deberían incluir un capítulo referente a la educación, señalando estrategias para dar información sobre los residuos y el reciclaje, de manera consistente con el señalamiento anterior sobre programas públicos educativos. No deberá aprobarse plan regional alguno que no incluya un programa educativo.

Los programas o acciones que se recomiendan sólo tendrán trascendencias si el público esta bien informado sobre dichos asuntos. El público no estará dispuesto a realizar los sacrificios necesarios para la eficaz implementación de programas de reciclaje, a menos que se le eduque adecuadamente. Por tanto, se recomienda que el INE/Sedesol establezca un departamento formal, con el personal suficiente, para desarrollar un programa educativo sobre residuos sólidos, que permita lograr estos objetivos e implementar las acciones señaladas.

### **Reducción en la fuente**

Se recomienda que la SECOFI y el INE/Sedesol promueva ante los organismos cúpula industriales que las industrias manufactureras y convertidoras implanten medidas de conservación tendentes a reducir el monto y el tipo de residuos peligrosos y normales de la operación .

Debe alentarse ala industria para que considere seriamente las componentes de reducción de origen exceso de materiales de envasado y requerimientos para la disposición final, durante el proceso de diseño

de sus productos. También debe animarse a las empresas a eliminar o reducir, tanto como sea posible, las cantidades de envase y de producto que deban finalmente ser desechadas por los consumidores

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Reducción y reciclaje de residuos

INE/Sedesol, junto con SECOFI y SHCP, debe:

- Promover ante la industria que se implanten medidas de reducción de origen y de rediseño de productos y envases.
- Promover y coordinar esfuerzos nacionales en pro del reciclaje.
- Apoyar a municipios y/o comisiones regionales en establecimientos de programas de reciclaje con la conciencia de que son herramientas de gestión y no empresas lucrativas.
- Establecer fondo de fomento a la investigación y de apoyo a pequeñas industrias en:
  - Planeación sobre gestión integral de los RSM
  - Equipamiento para selección, recuperación, acondicionamiento y reciclaje de residuos, incluyendo producción de biogas y compostas
  - Desarrollo de mercados de subproductos
  - Concientización, capacitación y enseñanza .
  - Centros de acopio y acondicionamiento, así como estaciones de transferencia
    - Promover que el sector público implante programas de reciclaje de, al menos, papel y cartón, para el 1 de enero de 1995, así como que adquiere bienes con contenido reciclado.
    - Promover apoyos fiscales y financieros a empresas que usen materiales reciclables.

## Reciclaje

En todo acto legislativo o reglamentario relacionado con los RSM, a nivel federal, estatal o municipal, debería señalarse explícitamente que la política de los gobiernos correspondientes es alentar y promover el reciclaje con el propósito de conservar los recursos naturales, disminuir los consumos de energía y preservar los espacios dedicados a rellenos sanitarios.

El INE/Sedesol deberían contar con un Departamento especializado que permita promover y coordinar los esfuerzos nacionales en pro del reciclaje, así como auxiliar a estados, municipios y comisiones regionales en sus programas específicos de reciclaje de residuos sólidos.

Tradicionalmente, los programas de recolección de materiales reciclables funcionan mejor en áreas urbanas que en rurales. El INE/sedesol deberían analizar y evaluar diferentes programas de reciclaje urbano y rural de diversos países del mundo y ofrecer asistencia técnica a aquellas zonas rurales que deseen diseñar e implementar programas de reciclaje.

Todo programa de reciclaje tiene un costo y, como es bien sabido, el potencial del reciclaje está limitado más bien por la economía que por la tecnología. Cualquier programa que se inicie con la expectativa de generar utilidades estará destinado a fracasar. Es necesario que las autoridades municipales estén concientes de que el reciclaje es una herramienta administrativa y no una empresa y no una empresa lucrativa. Esto es válido tanto para programas de reciclaje de residuos inorgánicos como de producción de metano y/o composta a partir de residuos orgánicos.

Se recomienda establecer un fondo, administrativo por el INE/Sedesol, para fomentar tanto la investigación aplicada como la inversión por parte de la pequeña y la micro industria, en cuestiones relativas al reciclaje de los RSM. Se sugieren las siguientes cinco categorías en las que el fondo puede otorgar subvenciones:

- Planeación sobre gestión integral de los RSM.
- Equipamiento para plantas de recuperación de recursos, reciclaje y compostaje.
- Desarrollo de mercado de subproductos reciclables de los RSM
- Concientización pública, capacitación enseñanza relacionada con los residuos sólidos
- Centros de acopio poblacionales y estaciones y transferencias en las que se seleccionen materiales reciclables.

El reciclaje es una componente crítica de cualquier sistema de gestión integral de los RSM. Es una herramienta que, cuando se utiliza conjuntamente con otros instrumentos de la gestión de los residuos,

contribuye de manera importante a la integración del sistema total. Es necesario que aquellas comunidades que estén considerando implantar sistemas integrales de gestión de los RSM, incluyan el reciclaje como uno de los pilares fundamentales de su proceso de planeación. Una adecuada planificación del sistema contribuye a reducir posibles crisis en el futuro. Adicionalmente, la identificación y el fomento de los mercados de subproductos, así como una estrecha colaboración con la industria y el comercio durante el proceso de planificación, son acciones vitales para el logro de un programa exitoso. Seleccionar los materiales reciclables en la fuente de los residuos sólidos es la mejor manera de producir materiales recuperados con la máxima calidad posible, lo cual se traduce en un mejor retorno financiero del proceso de reciclaje. Los programas de reciclaje de residuos domiciliarios son muy importantes, pero no deben olvidarse las fuentes institucionales ni las industriales.

Se considera que la selección obligatoria de los materiales reciclables, a nivel domiciliario e institucional, es una acción esencial para el éxito de cualquier programa de reciclaje. Leyes, reglamentos u ordenanzas que requieran en el corto plazo la separación en la fuente domiciliario o empresariales, pudieran representar un choque cultural para muchos, por lo que se sugiere que los organismos gubernamentales tomen el liderazgo y sirvan de ejemplo. Se recomienda que, para el 1° de enero de 1995, todas las dependencias de los gobiernos federal, estatal y municipales, así como todas aquellas instituciones que reciban subsidio públicos, como empresas paraestatales, universidades, escuelas públicas, etcétera, deberán haber establecido programas de selección en la fuente y de reciclaje, para determinados productos y materiales de consumo, especialmente el papel y el cartón desechado como resultado de sus operaciones.

El INE/Sedesol debe preparar planes y programas básicos para su adopción y adaptación por parte de las demás dependencias públicas.

El reciclaje sólo se da cuando los materiales reciclables seleccionados son usados por una industria para manufacturar un producto nuevo que será usado por otras industrias o por los consumidores. Es importante que los funcionarios encargados de la gestión de los residuos sólidos aprendan a comercializar los materiales seleccionados, si se desea que el programa de reciclaje tenga éxito.

De echo, la existencia de mercados establecidos y duraderos es crítica, puesto que el flujo diario de desechos sólidos continuará llegando independientemente de las condiciones del mercado. Las autoridades municipales deben trabajar estrechamente con la industria en la planeación y el establecimiento de sistemas de gestión integral de los residuos, que incluyan el reciclaje.

Las costumbres consumistas, así como las políticas, han favorecido tradicionalmente el uso de materiales vírgenes y excluido a los materiales recuperados. Las fuerzas del mercado no son suficientes para contrarrestar estas tradiciones, ni la crisis de falta de espacios para la disposición, ni los cambios que deben darse en la sociedad.

Hasta el momento, prácticamente no existen incentivos para que la industria manufacturera utilice subproductos de los RSM. Para que un programa de reciclaje tenga éxito es necesario, entre otros factores, que la utilización de materiales recuperados se vuelva lucrativa para las empresas industriales. Una manera de lograr esto es mediante la oferta de créditos, de financiamientos con muy baja tasa de interés o de exenciones parciales de impuestos.

Desafortunadamente, se desconoce cuántas industrias existen actualmente que usen o sean capaces de usar materiales recuperados en sus procesos de manufactura. No existe un esfuerzo concertado para reclutar nuevas industrias o para estimular a las existentes a utilizar materiales reciclables. Se recomienda que el INE/Sedesol apoye a autoridades municipales que lo soliciten, en la realización de estudios sobre que tipos de empresas, y cuántas hay. Que puedan utilizar materiales recuperados. Comprometer a nuevas industrias en la utilización constructiva de los subproductos de los RSM es un aspecto crítico para el éxito de programas de reciclaje.

Se recomienda que el INE/Sedesol, junto con la SECOFI y la SHCP, realicen un estudio tendiente a otorgar exenciones de impuestos para promover la inversión en equipamientos industriales para el reciclaje de subproductos.

Las dependencias gubernamentales federales, estatales y municipales deberían tomar el liderazgo en la demanda de productos que contengan materiales reciclados postconsumidor, mediante el establecimiento de políticas y programas apropiados deben diseñarse para otorgar un tratamiento preferencial automático a bienes que contengan materiales reciclados postconsumidor. El INE/sedesol debería preparar especificaciones y normas genéricas que sirvan de guía para los programas de adquisiciones de las demás dependencias gubernamentales.

### **Elementos de un programa municipal de reciclaje.**

Se recomienda que las municipalidades, con el apoyo del INE/Sedesol, adopten programas formales de reciclaje. Estos programas deben incluir los siguientes elementos:

- Selección. Para que se lleve a cabo la separación domiciliar de los residuos sólidos se requiere otorgar facilidades a los habitantes, así como educarlos respecto del reciclaje. Existen varias opciones para la selección en los hogares, debiendo escoger aquella que mejor se adapte a las condiciones demográficas de la zona, así como a los sistemas existentes de recolección y transporte.
- Recolección. La recolección selectiva directa en los hogares requiere altas tasas de participación, así como inversiones costosas en camiones especiales. La recolección en centros de acopio puede tener mejores resultados cuando se paga por los materiales que ahí son llevados que cuando es de tipo voluntario. Estos últimos también representan altos costos en personal y no siempre dan el resultado esperado.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Programas municipales de reciclaje

El INE/Sedesol debe apoyar a los municipios en la adopción formal de programas que incluyan los siguientes aspectos.

- Selección (hay que educar a la población )
- Recolección (considerar costos de la colecta selectiva vs entrega por la población)
- Centros de acopio poblacionales.
- Centros regionales de procesamiento
- Centros regionales de comercialización
- Promoción de mercados
- Motivación de consumidores.

- Centros poblacionales de Acopio. Gobiernos locales, organismos no lucrativos, empresas privadas y aún asociaciones de vecinos pueden operar centros poblacionales de acopio, en donde se reciben voluntariamente o se pague por los residuos seleccionados.
- Centros Regionales de procesamiento. Un centro de procesamiento es un lugar donde los materiales reciclables son seleccionados y preparados para ser embarcados a empresas intermediarias o directamente a industrias manufactureras para fabricación de nuevos productos. Se recomienda establecer distritos operativos que cuenten al menos con un centro regional de procesamiento. Estos centros de acopio poblacionales establecidos en las diversas colonias de las municipalidades.

Estos centros de procesamiento de los subproductos, utilizando mano de obra barata y equipo de compactación, densificación y molienda de bajo costo, puede ser operado por cooperativas de trabajadores (pepenadores ) los centros que reciban mayores cantidades de subproductos pueden utilizar sistemas semiautomáticos de procesamiento. Estos centros deben recibir sus insumos de los centros poblacionales o de manera directa. Conviene que estén localizados cerca de estaciones de transferencia o de rellenos sanitarios.

- Centros Regionales de Comercialización. Su función primordial es vender los residuos que llegan a los centros regionales de procesamiento a los compradores de la región. Los gobiernos municipales deben promover el establecimiento de centros donde no existen algunos que operen ya como negocios particulares. Los centros poblacionales de acopio así como las plantas de selección y recuperación de materiales pueden contar con oficinas de intermediación para la venta. Los intermediarios juegan la función importante de precisar las normas de calidad y los tipos de materiales aceptables para el reciclaje.
- Departamento de Promoción de Mercados . Todo gobierno municipal que fomente el establecimiento de programas de reciclaje de residuos domiciliarios deben contar con un departamento o sección operativa dedicada al desarrollo de mercados de residuos no industriales postconsumidores. La función básica del jefe de este departamento debe ser la búsqueda y establecimiento de mercados estables a largo plazo para los subproductos reciclables de los RSM: este departamento debe actuar también como un centro de información sobre estos mercados y sobre las necesidades específicas de las industrias. Deben también preparar y difundir directorios de empresas dedicadas al reciclaje de los materiales recuperados y fungir como intermediario para poner en contacto a oferentes y demandantes de materiales reciclables

- Mercados industriales la recuperación de materiales para ser usados en nuevos productos es una de las empresas con amplio margen de oportunidades de negocio en la presente década. La industria existente debe también, dentro de lo posible, convertirse al uso de insumos provenientes de materiales reciclados
- Consumidores los consumidores representan el eslabón crítico entre la industria del reciclaje y la adquisición y el uso de productos reciclados El INE/Sedesol y los gobiernos municipales deben divulgar información que motive a los consumidores a adquirir productos con contenido de materiales reciclados. Los gobiernos, siendo los principales consumidores de bienes y servicios, deben tomar el liderazgo en la adquisición de productos con materiales reciclados.

### **Comercialización de materiales recuperados**

En general, gobiernos municipales no han establecido todavía estrategias globales que incluyan la comercialización de los materiales reciclables. Sin un mercado estable, todo programa de reciclaje, incluyendo metas alcanzar, quedará sin efecto .

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Comercialización

- Sin un mercado estable, cualquier programa de reciclaje fracasará.
- Los municipios deben crear unidades de promoción de mercados, para asesorar a la industria, a ONGs y otras dependencias, así como para actuar como corredor de los subproductos y coordinar los centros de acopio y procesamiento.

Puesto que el desarrollo de mercado es un proceso dinámico, se recomienda crear un Departamento de Promoción de Mercados de Subproductos de Residuos Sólidos; y tal como se menciono antes, que este adscrito a la dirección encargada de los servicios de limpia y saneamiento de cada gobierno municipal. La función principal de este departamento será la de asesorar a la industria privada, a las organizaciones no gubernamentales y a otras dependencias municipales, estatales y federales sobre los métodos para alentar y fortalecer el desarrollo de mercados. Adicionalmente, el Departamento de Promoción debe actuar como corredor de los subproductos y como coordinador de los centros poblacionales y regionales de acopio, procesamiento y comercialización. Asimismo, deberá coordinar todos los programas municipales de desarrollo de mercados de materiales reciclables: entre otras responsabilidades, debe tener las siguientes:

- Proponer recomendaciones sobre la promoción de sistemas regionales e interregionales de comercialización de materiales reciclables.
- Establecer un inventario y publicar un directorio de centros de acopio privados e industrias que utilizan materiales reciclables;
- Colaborar con la industria local para alentar el uso de los materiales recuperados en sus procesos de manufactura;
- Reclutar nuevas industrias para que utilicen materiales recuperados en sus procesos de manufactura;
- Mantener y difundir información actualizada sobre precios y tendencias de los mercados;
- Asesorar y asistir a funcionarios locales, estatales y federales en todas las áreas de la comercialización de los materiales reciclables.

Además, cada distrito debe tener, por lo menos, un Centro Regional de Comercialización, cuyo propósito sea apoyar al Departamento de promoción de Mercados en la búsqueda de compradores de los materiales reciclables del Distrito. Obviamente, los Centros Regionales de Procesamiento y los Centros Regionales de Comercialización pueden operar como una sola empresa de tipo público, privado o en sociedad pública/privada. Los centros regionales de comercialización deben estar integrados por medio de una red computarizada de manera que puedan intercambiar libremente información y datos comerciales entre los diversos distritos.

Como parte de todo el plan distrital de gestión de los residuos sólidos, debe garantizarse que cualquier persona del distrito reciba los apoyos y las facilidades necesarias para participar en los programas de

reciclaje de los residuos de reciclaje de los residuos domiciliarios . Sólo así podrá establecerse la obligación de separar los residuos en reciclables y en basura, dichas facilidades deben incluir todos o algunos de los siguientes conceptos: bolsas y/o canastillas para la selección domiciliar, botes de basura con colores y/o etiquetas apropiadas, servicio de recolección selectiva de los residuos, centros de acopio poblacionales, centros de entrega voluntaria y centros regionales de procesamiento y de comercialización. Un programa de reciclaje de residuos domiciliarios eficaz debe también incluir un adecuado programa educativo y motivacional, que le explique a cada ciudadano como debe participar y de que facilidades disponen para ello.

### **Transporte y transferencia de los residuos**

Las diversas autoridades municipales deben establecer sistemas de control adecuados para la operación de estaciones de transferencia de los RSM. Una estación de transferencia, si está bien diseñada, construida y administrada, no debe presentar riesgo alguno para la salud humana ni para el medio ambiente. En el caso de que se otorgue concesiones a empresas privadas para la recolección y transporte de los RSM a los sitios de destino final, la autoridad municipal debe proveer la reglamentación necesaria para el diseño y operación de los varios tamaños y clasificaciones de las estaciones de transferencia de los residuos, así como otorgar conforme a ello los permisos de operación correspondientes.

### **Rellenos sanitarios**

El relleno sanitario es el elemento básico para la disposición de los RSM en México. La principal razón para ello es que los tiraderos y los rellenos han ofrecido tradicionalmente a las municipalidades la operación más fácil y barata para la disposición final de la basura. Los rellenos sanitarios son y continuarán siendo un método necesario para la disposición de RSM en México. Entre los factores que deben considerarse prioritariamente para definir nuevas ubicaciones de rellenos sanitarios, están los criterios de diseño, ingeniería, legales, reglamentarios, de impacto ambiental, político y económico

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Disposición final

- Los rellenos sanitarios son y seguirán siendo el mecanismo necesario de disposición de RSM.
- El INE/Sedesol debe promover el desarrollo de legislación y normas técnicas sobre ubicación, diseño, preparación del terreno, operación y control de rellenos sanitarios.
- Deben continuar los programas de reubicación de pepenadores fuera de tiraderos rellenos.
- El espacio de los rellenos sanitarios deben considerarse como un recurso muy valioso, por lo que debe evitarse que lleguen ahí desechos como residuos de jardinería y alimentos materiales reciclables, residuos industriales no-tóxicos, residuos voluntariosos y cascajo.
- Deben establecerse programas de capacitación y certificación de operadores en rellenos sanitarios

El INE/Sedesol deben proponer el desarrollo de legislación y de normas técnicas referentes a la ubicación, diseño, preparación del terreno, operación y control de rellenos sanitarios para residuos sólidos de tipo municipal, industrial y voluminoso no tóxico (clase I, II, III y IV) en todo el país. Los rellenos existentes, así como los nuevos que se autoricen deben tener sistemas de impermeabilización , rígidos controles para el monitoreo de las aguas subterráneas y sistemas de captación de los lixiviados generados y del biogás (metano y CO2) producido.

Deben continuarse firmemente los programas de reubicación de pepenadores fuera de tiraderos y rellenos sanitarios Siguiendo el ejemplo de ciudad Juárez , se recomienda promover la organización de estos “trabajadores marginados” en empresas relacionadas con la operación de concesiones de selección, transporte, recuperación y procesamiento de los recursos reciclables. Además de dar a estas personas mejores estándares de vida, se logrará integrarlos a la sociedad y mejorar la gestión de los RSM en beneficios de toda la población Cada comisión regional o municipio deben controlar la estricta y eficaz operación de los rellenos sanitarios

Al decidir sobre la localización de un nuevo relleno sanitario, los factores que deben considerarse son la salud, la seguridad, los accesos, el clima, el drenaje, la zonificación, la distancia para el transporte y la opinión pública. La aceptación por parte de los vecinos es generalmente uno de los obstáculos más importantes con que se topan las autoridades. Los lugares con mayor posibilidades de éxito son aquellos

que están en zonas industriales o en áreas regionales que dan servicio a varias comunidades y que se encuentran alejadas de desarrollo residencial. Otro factor que no puede perderse de vista, una vez que el relleno este saturado, es la posibilidad de dar al relleno sanitario una aplicación económica o recreativa, como por ejemplo un estadio, un parque o un campo de golf.

Los rellenos sanitarios deben ser diseñados y construidos con una capacidad mínima de 5 años y máxima de 30. Esta capacidad debe ser identificada y aprobada por las Comisiones Regionales de cada distrito. Con el propósito de incrementar la vida útil de los rellenos sanitarios de clase I y II para RSM, se sugiere que las municipalidades prohíben que a ellos lleguen desechos de jardinería (los cuales deben convertirse en metano y/o composta); residuos industriales no tóxicos y cenizas de incineradores (todos los cuales deben enviarse a rellenos de clase III); residuos voluminosos, como cascajo, materiales de construcción y demolición y chatarra de maquinaria y aparatos electrodomésticos (los cuales deben ser eliminados en rellenos de clase IV) y sobre todo residuos tóxicos peligrosos y hospitalarios (los cuales requieren de sistemas propios para su disposición).

El espacio para rellenos sanitarios deben ser considerados como un recurso valioso de vista de que, en un futuro no muy lejano, la mayoría de las municipalidades empezará a sufrir escasez de este tipo de localidades. Cada municipalidad y/o Comisión Regional debe velar por proteger la existencia de espacios para la ubicación de rellenos sanitarios, en vista de los costos tan elevados que tiene la alternativa tecnológica utilizada en otras partes del mundo: los incineradores de residuos sólidos.

A pesar de que pueden estar bien diseñados y construidos, los rellenos sanitarios mal operados pueden provocar impactos importantes sobre la salud humana y sobre el medio ambiente en general (suelo, agua y aire) Se recomienda que el INE/Sedesol emita normas técnicas para el funcionamiento de estos sistemas de disposición de residuos. En particular, es necesario establecer programas de capacitación y certificación para operadores de rellenos sanitarios. Deben considerarse como operadores de relleno sanitario aquellas personas que, durante el desempeño de su trabajo, ejercen juicios que directa o indirectamente pueden afectar la correcta operación de un relleno sanitario. El operador no es un funcionario responsable de una supervisión administrativa, sin más bien quien maneja los equipos y maquinaria propios del sistema.

### **Recuperación de recursos como estrategias de gestión.**

Las plantas de recuperación de recursos que queman basura para producir electricidad o vapor están volviéndose populares en países industrializados a medias que a más y más comunidades se les acaba el espacio para rellenos sanitarios

Los incineradores simples que queman basura sin recuperar energía contenida en los residuos está prácticamente desapareciendo de todas partes, principalmente debido a los levadísimos costos asociados con dichas instalaciones. Las plantas de recuperación de recursos son más factibles, puesto que la venta de la energía contribuye a recuperar parte de los costos de inversión.

El principal problema al que se enfrentan la instalación de una planta de recuperación de recursos es el rechazo, generalmente irracional, de los vecinos del lugar donde se planea ubicar la planta.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Recuperación de energía

- Las plantas de incineración con recuperación de energía permite recuperar parte de los costos de inversión y operación
- El rechazo de la población a estos sistemas es irracional. Las plantas modernas son seguras, no contaminan la atmósfera, generan electricidad y reducen el volumen de los residuos al 10 por ciento
- El INE/Sedesol debe promover el desarrollo de legislación y normas técnicas referentes a ubicación, preparación del terreno, diseño, construcción y operación de incineradores con recuperación de energía
- Igualmente el INE/Sedesol debe establecer programas de capacitación y certificación de operadores de planta de incineración.

Los sistemas modernos actualmente disponibles, cuando son diseñados, construidos y operadores adecuadamente, no presentan riesgo alguno para la salud ni para el medio ambiente, y en cambio representan sistemas de generación de energía eléctrica y de reducción del volumen original. Las cenizas resultantes de la incineración en una planta de recuperación de energía deben ser dispuestas en un relleno sanitario apropiado

Al igual que para el caso de los rellenos sanitarios, se recomienda que el INE/Sedesol promueva el desarrollo de legislación y de normas técnicas ecológicas referentes a la ubicación, preparación del terreno, diseño, construcción y operación de plantas de recuperación de recursos, así como de los rellenos sanitarios apropiados para el confinamiento final de las cenizas resultantes del proceso. El INE/Sedesol debe establecer programas de capacitación y certificación de operadores de plantas de recuperación de recursos.

### **Planteamiento para la industria del envase y embalaje**

Alcanzar metas voluntarias de reducción de desechos y de reciclaje de residuos depende de la incineración y la buena voluntad de la industria de la industria privada y de los miembros de una comunidad. Se sugiere que las industrias relacionadas con la producción y el uso de envases y materiales de envasado adopten las guías y apliquen las recomendaciones que se presentan a continuación. Se recomienda que el INE/Sedesol establezca un departamento o sección encargado de promover y supervisar la implantación de estas guías y recomendaciones, así como de efectuar modificaciones que resulten necesarias con el paso del tiempo, de acuerdo con los logros de programas de reducción y reciclaje.

### **Reducción de residuos de envases y embalajes.**

Las empresas emparadoras de productos comerciales e industriales deberán tratar de lograr una reducción mínima (por unidad de producto vendido) de 15% en los materiales de envasado que termina su vida en un relleno sanitario. Se sugiere tratar de lograr esa meta para fines de 1996, considerando las cifras de fin de 1991 como base de medición. Esta disminución puede lograrse si se incrementa la reducción en la fuente, la reutilización de materiales consistentes con su propósito original, el uso de materiales reciclados o si se reciben materiales de envasado.

#### **Conclusiones y recomendaciones**

##### **Reducción de residuos de envases**

- Se sugiere que la industria voluntariamente adopte la meta, por unidad de producto vendido, de reducir en 15 % la cantidad de materiales de envasado que termina en un relleno sanitario
- La meta puede alcanzarse para fines de 1996, tomando como base la producción de fin de 1991
- La disminución puede lograrse mediante acciones de reducción en la fuente, incrementando la reutilización de materiales consistentes con su propósito original, incrementando el uso de materiales reciclados o reciclando los materiales.
- El INE/Sedesol debe promover esta sugerencia y establecer metas específicas sectoriales para reducción en la fuente, reutilización, uso de materiales reciclados y reciclaje.

Aquellas empresas que alcancen esta meta antes de la fecha sugerida deben ser alentadas a continuar incrementando sus esfuerzos de reducción de residuos de envases. Se recomienda que el departamento ad hoc del INE/Sedesol desarrolle metas específicas sectoriales para reducción en la fuente, reutilización, empleo de materiales reciclados y reciclaje.

### **Jerarquías del envasado.**

La industria debe analizar y evaluar sus prácticas de envasado, con el propósito de colaborar en la gestión de los RSM. Se sugiere que las asociaciones y cámaras industriales promuevan entre sus miembros la adopción del siguiente orden de preferencias de envasado:

- Envase cero. Debe evaluarse la necesidad de envasar un producto durante la etapa de investigación y desarrollo, antes de su introducción en el mercado.
- Envase mínimo. Debe estudiarse métodos alternativos de diseño de productos y envases, con el fin de reducir al mínimo la cantidad de material requerido para el envase.

## Conclusiones y recomendaciones

### Jerarquías del envasado

- Cero envases
- Envase mínimo
- Envases consumibles, retornables o rellenables/ reusables
- Envases reciclables o que contengan energía recuperable

- Envases consumibles. Este tipo de envases se elimina durante el proceso de uso del producto, por lo que quedan residuos de él
- Envase retornable. Este contenedor es devuelto a una empresa o industria para su reuso, con lo que ingresa a la cadena de distribución.
- Envases rellenables/reusables. Este contenedor puede ser rellenado por el consumidor, a partir de contenedores de mayor tamaño o de producto a granel.
- Envase reciclable. Un envase se considera reciclable si existe un sistema económicamente viable y ampliamente disponible en la región para la recolección, procesamiento y comercialización del material que lo constituye. La reciclabilidad de un envase que se maximiza cuando dicho envase está hecho de un material homogéneo o de materiales que no requieren ser separados antes de ingresar al proceso de reciclaje. Las etiquetas permanentes, tapas y sellos deberían ser producidos con materiales iguales o semejantes a los del envase primario
- Envases con materiales reciclados El contenido de material reciclado debería consistir, al máximo posible, en materiales de desecho postconsumidor. El uso de recortes y residuos propios de la producción industrial no es suficiente para considerar que un envase contiene materiales reciclados. En estos casos deben usarse términos como “contiene material de recuperación industrial”.

### Guía de envasado

Todos los envases y embalajes usados en México, tanto de tipo industrial como comercial, deberían estar hechos de tal forma que se lograra reducir la cantidad de desechos de envases que requieran disposición final, mediante la adopción de alguno o varios de los siguientes procesos:

- Envases reusables o rellenables, consistentes con su propósito original.
- Envases compuestos de tanto material reciclado como resultase práctico y permisible por la ley
- Envases hechos con materiales reciclables.
- Envases reducidos a la cantidad mínima posible de material, que aún conserven su funcionalidad. Esta reducción podría lograrse por uno o más de los siguientes métodos: aligerar la cantidad de material; concentrar el producto; usar productos que tuviesen múltiples funciones o algún otro método demostrado de reducción en la fuente. Cualquier cambio que se haga en los materiales neta de la cantidad de desechos que haya que disponer y el cambio debe favorecer aquellos envases que sean reciclables o que contengan material reciclado

## Conclusiones y recomendaciones

### Guía de envasado

Los envases deben hacerse de modo que se reduzca la cantidad de desechos que requerirán disposición final, mediante algunos de los siguientes procesos.

- Envases reusables o rellenables, consistentes con su fin original.
- Envases con tanto material reciclado como sea posible o legal.
- Envases hechos con materiales que sean reciclables o incinerables.
- Envases con el mínimo posible de materiales que aun conserven su funcionalidad, (aligerarlos, concentrar el producto o algún otro método de reducción de origen).

Se recomienda usar la guía del IoPP.

En el diseño, desarrollo y producción de envases y embalajes para empaquetar productos de consumo e industriales, se recomienda que las empresas fabricantes y convertidoras de envases colaboren directamente con las empresas usuarias o consumidoras institucionales de los envases (empacadoras), de modo que se tenga siempre presente, como una altísima prioridad, el impacto ambiental que la producción y disposición de dichos envases puede causar. Se recomienda que estas empresas utilicen la “Guía para la reducción, el reciclaje y la eliminación final de envases”, publicada por la AMEE en octubre de 1990 y que fue traducida y adaptada de una publicación del IoPP de EUA. No debe olvidarse la posibilidad de usar material incinerables.

### **Recomendaciones para el comercio detallista**

Las tiendas al detalle deben iniciar programas internos de reducción y reciclaje de residuos, siempre y cuando esto sea factible. Se recomienda que las empresas de venta al menudeo lleven a cabo las siguientes acciones:

- Reducción en la fuente:
  - Solicitar a los proveedores un mínimo de material de embalaje y/o que acepten de regreso los embalajes protectores usados, para su reutilización o reciclaje
  - Vender productos en presentaciones de mayor tamaño, a granel o en forma de concentrados.
  - Adoptar procedimientos que reduzcan residuos de envases y embalajes innecesario
  - Implantar acciones de concientización y educación que ayuden a los consumidores a escoger envases que reduzcan al mínimo de los impactos ambientales indeseables.
  
- Reutilización :
  - Poner en venta artículos reusables, como por ejemplo bolsas de mandado resistentes.
  - Ofrecer descuentos a aquellos consumidores que traigan sus propias bolsas de mandado, así como iniciar programas de recepción de bolsas de polietileno usadas, para que sean recicladas.
  - Empacar los productos para la venta al consumidor en envases reusables o reciclables.
  - Considerar los embalajes vacíos como artículos valiosos y revenderlos para ser reutilizados.
  - Investigar si los envases y embalajes vacíos pueden ser reutilizados en la propia tienda.
  - Ensayar el uso de envases rellenables, reutilizables o retornables.
  
- Reciclaje:
  - Reciclar todas las cajas de cartón corrugado, las películas retráctiles y estirables, así como cuerdas, flejes y demás accesorios de embalaje.
  - Utilizar envases y embalajes que contengan porcentajes altos de contenido reciclado.
  - Implantar un programa agresivo interno de reciclaje.
  - Cooperar negocios y organismos vecinos en la mejoría de los sistemas de recolección de residuos y de programas comunitarios de reciclaje.
  - Investigar las posibilidades de establecer centros de acopio en la tienda, para fortalecer programas de reciclaje comunitario.
  - Alentar a los clientes a participar y apoyar los programas locales de reciclaje.

### **Estudios de base.**

Los cambios que paulatinamente se dan en los factores sociales de las comunidades, tales como costumbres, hábitos de vida, patrones de consumo, etcétera, aunados a los cambios que continuamente se producen en las tecnologías de producción, distribución, uso y desecho de bienes de consumo y sus envases, obligan a la necesidad de re-examinar la gestión de los flujos municipales de residuos sólidos, con el propósito de adaptarlos mejor a dichas condiciones cambiantes.

## Conclusiones y recomendaciones

### Estudios básicos

Los cambios en costumbres, hábitos de vida, patrones de consumo, obligan a re- examinar la gestión de los flujos de RSM, para adaptarla a dichos cambios.

El INE/Sedesol y las autoridades municipales correspondientes, junto con las asociaciones y organismos cúpula de la industria y el comercio de envases deben patrocinar estudios de composición y tipos de nevases que integran el flujo diario de RSM de diversas localidades.

Igualmente, la industria y el comercio deben patrocinar la ejecución de estudios de ciclo de vida, que permitan conocer el impacto real ambiental de cada sistema de envasado.

Las empresas industriales productoras de envases, emparadoras de productos alimenticios y comercializadoras de bienes empacados, por conducto de sus organismos cúpula, como son la AMEE, la CANAINCA y la ANTAD, junto con las autoridades federales y municipales correspondientes, deberían integrar grupos de trabajo intersectoriales para participar en el diseño y contratación de un estudio que permita establecer datos precisos de composición, por tipos de empaque y materiales, de flujo diarios de residuos sólidos municipales. Para la ejecución de dicho estudio se sugiere utilizar una metodología como la establecida por el Centro de Ecodesarrollo.

Se recomienda que las empresas industriales y comerciales participen también en el financiamiento de la realización de estudios sobre el ciclo de vida de envases (ecobalances), de manera que se pueda conocer el impacto ambiental en cuanto al consumo de energía y de recursos naturales no renovable y en cuanto a la contaminación del aire, del agua y del suelo, en todas las etapas de la producción: uso, distribución y disposición de los envases utilizados en México. Se sugiere realizar dicho estudio por conducto del Instituto Internacional del Reciclaje (IIR) y la organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUFI).

### **Establecimiento de un grupo de trabajo intersectorial**

En México, la legislación federal para la protección del ambiente, la normatividad complementaria, las disposiciones reglamentarias para la aplicación de la LEY General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las Normas Oficiales Mexicanas, principalmente están conduciendo a una regulación y un control cada día más estricto, así como a costos cada vez más elevados por concepto de servicios municipales de limpieza, de recolección de la basura y de disposición final de los residuos sólidos municipales (RSM).

Se recomienda que los diversos sectores involucrados en la problemática de la gestión de los RSM colaboren entre sí en la planificación, ejecución de programas, supervisión y evaluación de las acciones planificadas, de modo que se logren beneficios para toda la población en cuanto a protección de la salud y el medio ambiente. Se recomienda específicamente crear un Grupo de Trabajo Intersectorial (GTI), de carácter nacional, que se aboque al estudio de la problemática del manejo de los RSM, al análisis de los aspectos legislativos, reglamentarios y normativos, al estudio de las tarifas de disposición en rellenos sanitarios y a la sugerencia de impuestos y limitaciones voluntarias de uso de determinados procesos y/o productos.

## Conclusiones y recomendaciones

### Grupo de trabajo intersectorial

#### Integrantes:

Representantes de gobierno federal, algunos gobiernos estatales y municipales, organismos cúpula de industria y de comercio, asociaciones y empresas privadas, institutos y empresas de consultoría, grupos ecologistas, de interés social y de protección al consumidor.

#### Objetivos:

Estudiar la problemática de la gestión de los RSM; analizar y sugerir consideraciones de tipo legislativo y reglamentario, planear la necesidad de incentivos y de desmotivaciones de tipo financiero, fiscal y normativo.

La problemática deberá ser siempre analizada desde un enfoque de sistemas que abarque los tres grandes tipos de desechos sólidos municipales:

- Orgánicos (biodegradables)
- Envases y otros del tipo reciclable
- Diversos (incluyendo peligrosos y sanitarios)

Se sugiere integrar el GTI con representantes del gobierno estatales y municipales, de organismos de cúpula de la industria y comercio, de asociaciones y empresas privadas relacionadas con la producción de materias primas, equipos y maquinarias, manufactura y conversión de envases, llenado de envases y empacado de productos, distribución y comercialización de productos y bienes de consumo, así como de institutos y empresas de consultorías de asociaciones académicas, de grupos ecologistas e interés social y de organizaciones de protección de los consumidores

El INE/Sedesol debería convocar a la integración del GTI, suministrar un local y el apoyo administrativo para que el grupo opere. El financiamiento inicial de los costos de operación de las actividades del GTI debe provenir del INE, pero el grupo debe, desde sus primeras reuniones buscar otros medios para sufragar sus gastos.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Objetivos de trabajo del GTI

- Establecer las bases de un plan maestro de gestión de los RSM y difundirlo
- Diseñar metas cuantificables voluntarias para la reducción de origen, reuso, reciclaje y uso de materiales reciclados.
- Promover la participación de los sectores públicos y privados en el plan maestro .
- Ofrecer asistencia técnica en aspectos diversos de gestión de los RSM
- Promover la creación de un centro de información sobre la gestión de los RSM.
- Participar en el diseño, el fomento y la ejecución de programas educativos, motivacionales y de incentivación sobre la temática de los RSM.
- Contribuir al diseño y ejecución de materiales educativos para maestros y alumnos, sobre esta problemática

El GTI deberá abocarse a lograr los siguientes objetivos de trabajo:

- Establecer las bases de un Plan Maestro de Gestión de RSM que entre otros, incorpore los siguientes conceptos.
  - Una política Nacional (y estatal o municipal, en su caso) que fije un claro orden prioritario en los métodos de gestión de los RSM;
    - 1) Reducción en la fuente (que incluya la reutilización).
    - 2) Reciclaje (que incluya la producción de metano y composta)
    - 3) Incineración (que incluya la recuperación de energía).
    - 4) Disposición en rellenos sanitarios
- Un Protocolo Nacional del Envasado
- Un Código nacional de Prácticas Apropriadas de Envasado
- Programas de incentivación industrial.
- Programas de motivación de la ciudadanía
- Programas de enseñanza escolar
- Programas de divulgación y publicidad masivos.
- Un modelo de Reglamento Municipal de Gestión Integral de los RSM

Las consideraciones de normatividad para el reglamento deberán ser prácticas y realistas, evitar restricciones y prohibiciones de uso de materiales por cuestiones diferentes a problemas de toxicidad, promover la creatividad y apegarse al orden prioritario de los métodos de gestión de los RSM.

- Diseño de metas específicas cuantificables, basadas en principios sólidos científicos y de ingeniería, para la reducción de origen, reuso, reciclaje y uso de materiales reciclados. La adopción de esta meta deberá ser voluntaria.

Conclusiones y recomendaciones  
Plan maestro de gestión de los RSM

Plan maestro debe incluir:

- Elementos de políticas nacionales de gestión.
- Jerarquía de los componentes de la gestión integral de los RSM
- Un protocolo nacional del envasado
- Un código nacional de prácticas apropiadas de envasado
- Programas de incentivación industrial
- Programas de motivación de la ciudadanía
- Programas de enseñanza escolar
- Programas de divulgación y publicidad
- Métodos de normatividad para reglamentos y ordenanzas municipales relacionados con una gestión integral no restrictiva

- Asegurarse que todos los integrantes de los sectores público y privado estén conscientes de la existencia del Plan Maestro y de las metas voluntarias que genere el Grupo
- Alentar a los diversos sectores de la economía nacional a adaptar sus respectivas operaciones, de manera que incluyan planteamientos del Plan Maestro y las metas voluntarias.
- Supervisar el desarrollo e implementación del proceso de monitoreo de la aceptación e implementación de las diversas facetas del Plan Maestro y las metas voluntarias. El INE/Sedesol deberá desarrollar un método uniforme de medición e información para cuantificar los avances tendentes a lograr las metas voluntarias de reducción.
- Asesorar a los sectores públicos y privados respecto de diversos aspectos de la problemática de la gestión de los RSM, especialmente en cuanto a asuntos relacionados con los objetos de trabajo del Grupo.
- Promover la creación y operación de un centro de Información sobre la Gestión de los RSM.
- Participar en la educación y motivación del público respecto de la necesidad fundamental de disminuir la cantidad de desechos de envases y embalajes, así como en programas comunitarios de reciclaje de residuos. Se recomienda establecer un plan estratégico que incluya elementos básicos y tradicionales de motivación al público y actividades no-tradicionales que los gobiernos pueden iniciar. Las estrategias deben contemplar, entre otros, los siguientes conceptos:
  - Campaña multimedia sobre reducción de residuos de envases.
  - Auditorías voluntarias sobre generación de residuos de envases, en empresas selectas con más de 50 empleados.
  - Divulgación de los costos involucrados, ahora y en el futuro, en la disposición de los RSM
  - Estimar la cooperación entre empresas emparadoras de bienes y manufactureras de envases, para el diseño, desarrollo e introducción de materiales de envases que sean económica y prácticamente reciclables, a fin de reducir la cantidad de materiales que diariamente ingresan al flujo de los RSM.
  - Estimular la cooperación entre empresas comercializadoras al detalle, mayoristas, distribuidores, transportistas, emparadoras y manufactureras, para que conjuntamente diseñen mecanismos operativos tendentes a reducir residuos de envases y embalajes.
  - Diseñar un programa de capacitación y entrenamiento sobre reducción en la fuente y reciclaje, para ser aplicado al personal de empresas industriales y comerciales.
  - Promover el uso de etiquetas claras y precisas en los envases de venta al consumidor, como un instrumento de enseñanza pública.

- Contribuir a diseñar y producir materiales educativos para maestros y alumnos de enseñanza media, media superior, sobre la necesidad de reducir la generación de basura y la importancia de reciclar los desechos de envases.

Para lograr todo lo anterior, se requiere que el Grupo de Trabajo Intersectorial lleve a cabo o contrate la ejecución de las siguientes tareas:

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Campañas educativas y motivacionales

El plan estratégico debe considerar los siguientes conceptos:

- Campañas multimedia sobre reducción de origen
- Auditorías voluntarias sobre generación de residuos en empresas con más de 50 empleados
- Divulgación de costos (actuales y proyección a futuro) de las etapas de gestión de RSM

Estimular la cooperación entre manufactureros y llenadores de envases, distribuidores y comerciantes al detalle, para que rediseñen o desarrollen sistemas de fácil reciclaje y/o que reduzcan la cantidad de residuos que haya que disponer.

- Diseñar programas de capacitación para los empleados de organismos públicos y empresas privadas, sobre cuestiones de reducción en la fuente y reciclaje.
- Promover el uso de ecoetiquetas, así como de etiquetas claras y precisas en envases, con información fidedigna para los consumidores.

- Captura y análisis de datos (flujo diario y composición de los RSM, según estrato socio – económicos de la población.
- Diseño de metas, objetivos y criterios de evaluación
- Análisis y diagnóstico de las condiciones actuales del sistema
- Estudio de incentivos y restricciones para lograr la reducción de residuos de envases y embalajes.
- Estudio del ciclo de vida de envases en las condiciones reales de producción, uso transporte y distribución existentes en México.
- Análisis y predicción de las condiciones futuras del sistema actual.
- Análisis y evaluación de las deficiencias del sistema actual.
- Identificación de alternativas viables.
- Evaluación de alternativas propuestas, de conformidad con los criterios de evaluación.
- Selección de la(s) opción(es) preferida(s).

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Tareas del GTI

El GTI debe ejecutar o contratar la ejecución de:

- Captura y análisis de datos sobre los flujos y composición de los RSM, según estratos y socio económico de la población.
- Diseño de metas, objetivos y criterios de evaluación de los diversos programas del GTI
- Análisis y diagnóstico de las condiciones actuales del sistema.
- Estudios de ciclo de vida de envases.
- Análisis y predicciones de posibles escenarios de condiciones futuras del sistema.
- Identificación y evaluación de alternativas viables.
- Selección de opciones preferidas.
- Proposición de tarifas diferenciales para las diversas fases de la gestión.
- Integración del plan maestro de gestión de los residuos sólidos municipales.

- Preparación final del Plan maestro de Gestión de los RSM

Además, será necesario proponer el establecimiento de un sistema diferencial de tarifas de recolección y de disposición de los RSM, bajo un esquema de mayor tarifa a quien mayor cantidad de residuos genere. El ingreso generado por estas tarifas debe contribuir al financiamiento de las siguientes acciones:

- Diseño y desarrollo del Plan Maestro de Gestión de los RSM
- Modernización del sistema de gestión de los desechos municipales
- Establecimiento de programas de cooperación técnica con plantas cementeras para la incineración de residuos industriales peligrosos .
- Construcción de incineradores eficientes para residuos hospitalarios.
- Modificación de tiraderos a cielo abierto y rellenos existentes, para que cumplan adecuadamente con su función de contener los desechos, al tiempo que protegen el medio ambiente y la salud humana.
- Establecimiento de fideicomisos para garantizar la supervisión, el control y las medidas correctivas que se requieren en los rellenos sanitarios llenos, durante 50 años después de haber sido clausurados.
- Acondicionamiento de nuevos y modernos rellenos sanitarios, que cubran la necesidad nacional de disposición de residuos sólidos de las clases I, II, III y IV.
- Construcción de centros de acopio, procesamiento y comercialización de los residuos reciclables.
- Construcción de plantas de producción de metano y composta a partir de los residuos reciclables.
- Diseño y producción de materiales de divulgación, motivación y enseñanza para la educación de niños y adultos en los diversos aspectos del reciclaje.

#### Conclusiones y recomendaciones

##### Acciones adicionales del GTI

##### Las tarifas adicionales del GTI

- Diseño y desarrollo del plan maestro
- Modernización de los sistemas de gestión de los residuos sólidos
- Realizar investigación como la incineración de residuos peligrosos en hornos de plantas cementeras.
- Clausura y/o acondicionamientos de tiraderos para convertirlos a rellenos sanitarios
- Establecer fideicomiso que garanticen la supervisión y control de rellenos sanitarios durante 50 años después de clausurados
- Estudios sobre componentes de los elementos del sistema de gestión integral de los RSM
- Estudios sobre plantas de producción de gas metano y composta.
- Diseño y producción de materiales educativos, de divulgación y motivacionales.

## BIBLIOGRAFÍA

Waste Paper Recycling; January 1976 – September 1989, Citations from the Paper & Board Printing & packaging Industries Research Association Database; (54 citations)  
Waste Paper Recycling; January 1980 – December 1991; Citations from the National Technical Information Service Database; (130 citations)  
Recycling of Metal Scrap; June 1970 – January 1990; Citations from the COMPENDEX Database; (82 citations).  
Solid Waste Reclamation and Recycling; Plastics; January 1980 – October 1991; Citations from the National Technical Information Service Database; (110 citations).  
Polyethylene Terephthalate (PET) Scrap Recycling; May 1973 – December 1989; Citations from the Rubber and Plastic Research Association (RAPRA); (28 citations).  
Recycling from the Municipal Refuse; A State of the Art Review and Annotated Bibliography; World Bank Technical Paper 30; 1985; (500 citations).  
Solid Waste Disposal Economics; January 1983 – October 1991; Citations from the National Technical Information Service; (180 citations).  
Búsqueda en terminal de computadora, del banco de datos Legal Resource Index; 1980-febrero de 1992; (250 referencias).

## REFERENCIAS

Los principales documentos utilizados en este trabajo, de los cuales se tomó información libremente, fueron los siguientes:

A Review of Environmental legislation in the West, Affecting Export Packaging from Developing Countries; S. G. Panvalkar; ITC – UNCTAD/GATT; 1991.  
Los demonios del Consumo, basura y Contaminación; I. Restrepo, G Bernache y W. Rathje; Centro de Ecodesarrollo; México ; 1991.  
The Solid Waste Dilemma: An Agenda for Action; EPA; Washington DC; 1989.  
Decision – Makers Guide to Solid Waste Management; EPA; Washington DC; 1989  
Facing America's Trash, What Next for Municipal Solid Waste? ; Office of Technology Assessment; Washington DC; 1989.  
Rubbish!; W. Rathje; The Atlantic monthly; Dec 1989.  
The Blueprint for Plastic Recycling; council for wastes solutions; Washington D C 1991.  
Recycling in the States 1990 Review; National solid Wastes Management Association; Washington D C 1991.  
Legislative Challenges; A Status Report; Council on Plastic and packaging in the Environment ; Washington D C January 1992.  
Why Waste a Second Chance? A Small Town Guide To Recycling; National Center for Small Communities; Washington D C 1990  
The greatly Growing Garbage Problem; H Alter; US Chamber of Commerce; Washington D C 1988.