



12  
2 ejemplar

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

Reciclaje de Materiales  
Propuesta de una Planta Recicladora  
de Papel en Ciudad Universitaria

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

AREA INDUSTRIAL

**P r e s e n t a n**

**Marco Antonio Alvarez Miranda**

**Ruth Olivar Matos**

Director: Ing. Carlos Sánchez Mejía V.



México, D. F.

1995

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Ing. Carlos Sánchez Mejía V.**

Por la dedicación y empeño que mostró durante la elaboración de esta tesis y por la confianza que virtió en nosotros dándonos libertad que culminó en los frutos de nuestro esfuerzo.

**Ing. Gustavo Solorsano**

Por el apoyo que nos brindó en todo momento, gracias.

**Ing. Guillermo Tercero O.**

Por la paciencia, la dedicación y la esperanza que vio en nosotros forjada en la confianza y la experiencia que lo identifican.

### **A mis padres**

Especialmente a mi gorda por creer en mí de manera incondicional y porque siempre me ha apoyado hasta el último momento. A ambos por la confianza y dedicación que en mí depositaron y que ahora ven culminada como parte de un gran esfuerzo.

### **A Rosario**

Porque siempre has sido un buen ejemplo a seguir y por que hasta ahora para mí eres la mejor maestra.

### **A Mayra**

Por siempre has cuidado de mí como si fuera más que tu hermano, gracias.

### **A Yaneli**

Porque siempre me has hecho sentir la persona más indicada cuando necesitas apoyo y por creer en mí con el cariño de hermanos que nos identifica.

### **A Ruth**

Por haber sido la mejor compañera, por dedicar el mejor de tus esfuerzos, por la paciencia que tuviste y haber con fiado en mí en el desarrollo de algo tan importante en tu vida.

Gracias.

**Marco**

### **A Pina**

Por todo el amor y entrega que puede mostrar un ser humano volcado en más que un vínculo entre el deseo de triunfar y la misma superación, por tu lucha, por tu ejemplo digno de admiración y por tu entusiasmo. Gracias Mamá. Cuanto te amo!

### **A Peter**

Por mostrarme lo más grandioso de tu ser al apoyarme y entenderme durante toda mi vida. Te amo.

### **A Coco**

Porque siempre has estado dispuesto y me has comprendido, porque no existe una palabra para agradecerte todos los años juntos. Te amo.

### **A Mis tios**

Julio, Alba, Lucia, Angel, Luis, Mario, María Elena y Guillermo por su apoyo cariño y confianza.

### **A tí**

Por la comprensión y la amistad que me has mostrado gracias.

### **A Marco**

Por todo tú tiempo y por tú demostración de afecto, paciencia y conocimiento, por enseñarme la más hermosa de las conductas, la amistad.

**Ruth**

# RECICLAJE DE MATERIALES

## INDICE

	Pags.
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
Antecedentes, Hechos, Acciones, Alcances, Objetivo, Metas, Expectativas	
 <b>Capítulo 1</b>	
<b>Análisis de la Problemática Actual .....</b>	<b>8</b>
1.1 Análisis a nivel mundial .....	9
1.2 Análisis en México .....	14
1.2.1 Aspectos legislativos de los desechos sólidos en México .....	16
1.2.2 Marco Institucional .....	17
1.2.3 Prevención de desechos .....	17
1.2.4 Reciclaje .....	18
1.3 Definición y clasificación de los desechos sólidos .	20
1.3.1 Desechos Municipales .....	21
1.3.2 Desechos Industriales .....	21
1.3.3 Desechos Peligrosos .....	22
1.3.4 Composición de los desechos sólidos .....	22

---

	Pags.
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Disposición de los Desechos Sólidos .....</b>	<b>25</b>
2.1 Recolección .....	26
2.2 Relleno sanitario .....	27
2.3 Pepena .....	28
2.4 Compactación .....	29
2.5 Trituración .....	30
2.6 Incineración .....	30
2.7 Composteo .....	30
2.8 Químico (Pirólisis) .....	32
2.9 Degradación .....	32
2.10 Reutilización .....	35
2.11 Reciclado .....	36
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Tipos de Reciclaje .....</b>	<b>39</b>
3.1 Plásticos .....	42
3.1.1 Adquisición de materias primas .....	42
3.1.2 Procesamiento de las materias primas .....	42
3.1.3 Producción o Conversión de los envases .....	42
3.1.4 Tipos de plásticos que se reciclan .....	43
- Polietileno (PE) .....	43
- Cloruro de polivinilo (PVC) .....	44
- Polipropileno (PP) .....	44
- Poliestireno (PS) .....	45
- Tereftalato de polietileno (PET) .....	45
3.1.5 Plásticos de la misma especie .....	47

---

---

	Pags.
3.1.6 Reciclaje y recuperación del poliestireno .....	48
- Descripción del proceso .....	48
3.1.7 Reciclaje de botellas de plástico .....	49
- Descripción del proceso .....	50
3.1.8 Tecnología para el reciclado de plásticos mixtos.	51
3.2 Papel.....	54
3.2.1 Adquisición de materias primas .....	54
3.2.2 Procesamiento de las materias primas .....	54
3.2.3 Manufactura o Conversión de los envases .....	55
3.2.4 Proceso de envasado y llenado .....	55
3.2.5 Distribución y venta .....	55
3.2.6 Manejo del residuo .....	56
- Reducción de origen .....	56
- Reciclaje.....	56
- Incineración con recuperación de energía .....	58
- Disposición en relleno sanitario .....	58
- Degradabilidad .....	58
3.2.7 Proceso del reciclado de papel .....	60
- Abasto de papel .....	60
- Defibrado .....	61
- Remoción de contaminantes .....	61
- Remoción de tintas .....	62
- Blanqueado .....	63
- Tendencias del papel y cartón como material de empaque.....	64
3.3 Vidrio .....	66
3.3.1 Adquisición de materias primas .....	66
3.3.2 Procesamiento de las materias primas .....	66
3.3.3 Producción o Conversión de los envases .....	66

---



---

	Pags.
3.1.6 Reciclaje y recuperación del poliestireno .....	48
- Descripción del proceso .....	48
3.1.7 Reciclaje de botellas de plástico .....	49
- Descripción del proceso .....	50
3.1.8 Tecnología para el reciclado de plásticos mixtos.	51
3.2 Papel.....	54
3.2.1 Adquisición de materias primas .....	54
3.2.2 Procesamiento de las materias primas .....	54
3.2.3 Manufactura o Conversión de los envases .....	55
3.2.4 Proceso de envasado y llenado .....	55
3.2.5 Distribución y venta .....	55
3.2.6 Manejo del residuo .....	56
- Reducción de origen .....	56
- Reciclaje .....	56
- Incineración con recuperación de energía .....	58
- Disposición en relleno sanitario .....	58
- Degradabilidad .....	58
3.2.7 Proceso del reciclado de papel .....	60
- Abasto de papel .....	60
- Defibrado .....	61
- Remoción de contaminantes .....	61
- Remoción de tintas .....	62
- Blanqueado .....	63
- Tendencias del papel y cartón como material de empaque .....	64
3.3 Vidrio .....	66
3.3.1 Adquisición de materias primas .....	66
3.3.2 Procesamiento de las materias primas .....	66
3.3.3 Producción o Conversión de los envases .....	66

---

	Pags.
3.3.4 Proceso de envasado y llenado .....	67
3.3.5 Distribución y recolección .....	67
3.3.6 Manejo del residuo .....	68
- Reducción de origen .....	68
- Reutilización .....	68
- Reciclaje .....	68
- Descripción del proceso .....	69
3.4 Aluminio .....	71
3.4.1 Adquisición de materias primas .....	71
- Reciclaje .....	71
3.5 Llantas .....	73
3.5.1 Adquisición de materias primas .....	73
3.5.2 Procesamiento de las materias primas .....	73
3.5.3 Conversión de las llantas .....	73
3.5.4 Posibilidades de reutilización y reciclaje .....	73
3.5.5 Distribución y venta .....	74
3.5.6 Manejo del residuo .....	74

## **Capítulo 4**

### **Empresas con Factibilidad de Utilización .....** 76

4.1 Principales industrias generadoras de Desechos	
Sólidos Recuperables (DSR) .....	78
4.1.1 Industria extractiva .....	78
4.1.2 Industria básica .....	78
4.1.3 Industrias de transformación y fabricación .....	79

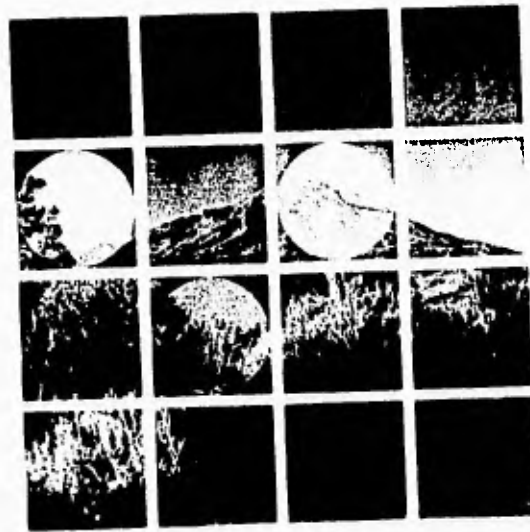
---

---

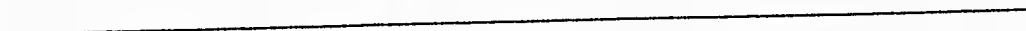
	Pags.
4.2 Industrias económicamente factibles para el reciclaje .....	80
4.2.1 Análisis del Mercado .....	82
<b>Capítulo 5</b>	
<b>Propuesta de una planta recicladora     de papel en Ciudad Universitaria. ....</b>	<b>85</b>
5.1 Antecedentes .....	86
5.2 Justificación de la propuesta .....	94
-Método Delphi .....	104
5.3 Rutas de Recolección y Mercadotecnia .....	110
5.3.1 Encuesta a Alumnos: Mercadotecnia .....	120
5.4 Maquinaria Utilización y Costos .....	125
5.4.1 Costos de Operación .....	134
5.4.2 Retorno de la Inversión .....	135
5.5 Capacitación .....	138
<b>Conclusiones .....</b>	<b>142</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>147</b>

---

# INTRODUCCION



Fuente: Environmental Protection México Function of SIASA



# INTRODUCCION

## Antecedentes

Desde tiempos ancestrales los desechos han sido un gran problema. El hombre preocupado por evitar plagas, epidemias y focos de infección ha tratado de manejar los desechos de tal manera que éstos se mantengan alejados de la sociedad, observándose principalmente en asentamientos humanos con alto índice demográfico.

La situación ambiental en la cuenca de México se ha deteriorado rápidamente durante los últimos 40 años. Como en muchas otras partes de América Latina la industrialización de México en el siglo XX trajo como resultado un proceso de migración acelerada de campesinos hacia las grandes ciudades. El Valle de México que ocupa sólo el 0.03% de la superficie del país es el habitat del 20% de su población lo cual constituye un problema ambiental, social y político de inmensas proporciones.

En nuestro país, los desechos sólidos han llegado a preocupar a los organismos encargados de la salud y del medio ambiente, los cuales procurando bienestar a la comunidad dictan leyes y normas que buscan una solución parcial en el manejo de la basura y desechos industriales. Y debido a que es más difícil encontrar lugares adecuados para los tiraderos de desechos sólidos, el costo de recolección es cada vez más alto. Ante esta situación, el reciclaje es una solución no sólo al problema de los desechos sino también es una contribución a la disminución del consumo de recursos naturales, es urgente manejar este método por sentido común y reclamo ético fundamental de la sociedad.

## Hechos

Sabemos que los envases modernos han permitido reducir principalmente el desperdicio de alimentos y la cantidad de desechos que se generan por biodegradación.

Se ha planteado incrementar la eficiencia adoptando innovaciones que reduzcan los recursos utilizados y la contaminación emitida por unidad producida. Como tecnologías más limpias, una agricultura menos destructiva, diseñar productos con mínimo empaque, menos materiales y vidas útiles más largas.

Estabilizar el crecimiento de la población, restringir el consumo promoviendo estilos de vida que reduzcan la carga sobre el ambiente, especialmente en las naciones industrializadas.

La reducción de la contaminación se complica, cuando tomamos en cuenta que esta proviene de la fabricación o del consumo de los bienes que facilitan o hacen más cómoda la vida diaria. Es complicado dar una solución porque para controlar la contaminación se tendría que reducir el consumo de aquello que la produce como: Autos, fábricas, fertilizantes, pesticidas, uso de empaques; aún cuando todo lo anterior también nos produce beneficios. Por ejemplo, gran parte de la contaminación del aire es ocasionada por los automóviles pero éstos proveen transportación a millones de personas.

## Acciones

La solución que actualmente considera el gobierno, para el manejo de desechos sólidos no es lo suficientemente adecuado, debido a que esta solución parcial ha generado nuevos problemas; por ejemplo: En la falta de tecnología para el manejo de los desechos en el transbordo de basura para su traslado a sitios de disposición final.

Otro tipo de soluciones propuestas para la reducción del volumen de los desechos sólidos es el composteo o la incineración que no han ayudado lo suficiente a la satisfacción de nuestro problema, ya que se requiere un sistema de selección. Es entonces un problema que capta la atención no sólo de ecólogos, sino también de industriales productores en la industria de la transformación, donde cada día resulta más cara y escasa la compra de materias primas para la generación de sus productos. Este hecho que ha dado pie a la búsqueda de métodos que regeneren la vida útil de productos o materias lo cual en cierta etapa pueden ser de desecho, pero que a través de un proceso de reconversión puedan volver a ser útiles para ciertos fines como es el caso del plástico o vidrio.

La principal causa de que los esquemas recientes de reciclaje hayan fallado, radica en que la oferta de los materiales producto del reciclaje no han logrado aún una demanda en el mercado, debido a la falta de información del uso y aplicación de estos materiales. El único factor que puede impulsar eficazmente a un esfuerzo sistemático de recolección y clasificación de la basura, es el dinero. Este ayudaría a los proveedores, ofreciendo el desecho como materia prima segura para el proceso de reciclaje.

## **Alcances**

Proponemos la regeneración de los desechos sólidos tratables, como una solución para la comunidad al disminuir el volumen que se genera, pero también beneficia a cierto sector industrial, ya que propondría alternativas en la utilización de materias para la producción a precios más bajos y en abundancia, significando que parte de los desechos entraría a un ciclo de vida útil llamado reciclaje, el cual determina que el producto pueda regenerarse por lo menos tres veces, dependiendo de las condiciones y propiedades mecánicas que presenten.

La mejor manera de evitar situaciones de desarrollo ineficientes, de prohibición, o control inapropiadas, es que los mismos productores y usuarios de productos divulguen información objetiva sobre la realidad del impacto ambiental de sus sistemas, debiendo estudiar e implantar posibles cambios o mejorías en sus procesos, donde apoyen programas de concientización ciudadana y, lo más importante -promover el uso de materiales reciclables-.

## **Objetivos**

Identificar por tipo de material, los procesos que pueden ser llevados a cabo para el reciclaje y generación de nuevos productos. En general trataremos de demostrar en esta tesis, que a través de nuevas tecnologías y métodos adecuados de acopio de los desechos sólidos producidos tanto a nivel industrial como urbano, se pueden obtener beneficios socioeconómicos y ambientales en nuestro país.



## **Metas**

Con el presente trabajo estudiaremos la generación, el manejo y la disposición de desechos sólidos adaptándolo a una normatividad en materia de protección a la salud y al medio ambiente.

Manejaremos cómo tomar decisiones sobre la aceptación o prohibición de un determinado tipo de desecho, sin antes haber realizado un estudio completo del ciclo de vida en el que se consideren los costos ambientales involucrados en la extracción y beneficio de materias primas, en la producción, llenado, uso, reuso, reciclaje y disposición final de los desechos.

## **Expectativas**

El siguiente estudio se basa en tres aspectos: en el primero exponemos un entorno global conociendo la realidad actual a nivel internacional y nacional, de tal manera que se identifiquen y se estudien las acciones que se llevan a cabo respecto a la solución de problemas ambientales, de esta manera tendremos una idea global de las tendencias futuras y de la magnitud del impacto ambiental que enfrenta el mundo y específicamente México.

Posteriormente se consideraran los diferentes tratamientos aplicados a los desechos sólidos en nuestro país, de tal manera que el análisis de estas actividades logre una clara identificación de los problemas actuales y potenciales así como las expectativas al proponer diversas soluciones.

Como segundo aspecto planteamos, basándonos en la información anterior la valoración del uso y destino de los diferentes desechos sólidos, identificándolos por tipo de material y por el tipo de proceso que puede llevarse a cabo para el reciclaje y generación de nuevos productos.

Consideramos que en la Ciudad Universitaria se podría aprovechar el uso del reciclaje de papel, apoyándonos en el hecho de la existencia de grandes cantidades de desecho de papel en oficinas (institutos, facultades, bibliotecas, servicios etc.), para la instalación de un sistema de reciclaje.

Por último nos enfocamos en el estudio de factibilidad en la implantación del proyecto de reciclaje de papel dentro de Ciudad Universitaria. Esta idea surge de la necesidad de plantear soluciones a los problemas de la contaminación en nuestro país y al hacer un análisis sobre éste se concluye que la solución sería poner un ejemplo a la comunidad mexicana con la instalación de una planta de reciclaje en Ciudad Universitaria.

# CAPITULO 1

## ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL



Fuente: Revista Prevención de la Contaminación Vol. 3, No. 3

# **CAPITULO 1**

## **ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL**

### **1.1 A NIVEL MUNDIAL:**

Esta problemática ha sido resaltada en fechas recientes por diversas organizaciones, gobiernos y personas; destacan entre ellas la reunión de Río de Janeiro, donde importantes personalidades a nivel mundial se reunieron para, no sólo discutir, sino proponer acciones globales para detener el avance de la degradación del ambiente.

Una solución propuesta en la reunión de Río es la siguiente:

- Incrementar la eficiencia adoptando innovaciones que reduzcan los recursos utilizados y la contaminación emitida por unidad producida. Como tecnologías más limpias, una agricultura menos destructiva, diseño de productos con menos empaques, menos materiales y vidas útiles más largas.
- Construir un marco para el cambio, contabilizando los costos ambientales y los beneficios que traería el cuidado del medio ambiente y buena disposición. Lograr acuerdos internacionales e incrementar la ayuda internacional.
- Estabilizar el crecimiento de la población, restringir el consumo promoviendo estilos de vida que reduzcan la carga sobre el ambiente, especialmente en las naciones industrializadas como Alemania.

De acuerdo con el grupo de Río estas acciones permitirían un desarrollo sostenible si son llevadas a cabo.

Esta propuesta, tal vez no será muy fácil de adoptar para naciones en vías de desarrollo como es el caso de América Latina cuya economía esta basada en la explotación de recursos naturales, lo que significa, que aproximadamente más de dos terceras partes de los empleos de esas naciones se encuentran en la explotación de estos recursos.

Para dar un panorama de lo que se ha estado haciendo con el tratamiento de los desechos sólidos en países en vías de desarrollo, especialmente con lo que respecta al reciclaje manejaremos datos que indican como es necesario atender este problema; por ejemplo:

En la ciudad de Bombay el gobierno gasta un equivalente a 16 millones de dólares americanos en la recolección y la **disposición** final de los desechos, lo que realmente consideran antieconómico.

En El Cairo, Egipto el sistema de recolección y tratamiento de los desechos está en una fase importante de su desarrollo. Es aquí donde la comercialización y la selección de los desechos ha tomado un papel importante en la economía, ya que los materiales reciclables son vendidos por los recolectores a intermediarios quienes, a su vez, lo venden a pequeñas empresas como materia prima.

La disposición de los desechos no queda aquí, el gobierno de El Cairo ha propuesto a los recolectores establecer una industria recicladora comunitaria, con el fin de incrementar el

valor de los residuos recuperados, aumentando con esto el número de empleos e ingresos por trabajador, además de abaratar los costos de los productos recuperados a la venta. Tal vez el éxito del proceso es que el gobierno ha sabido combinar la manera tradicional del trabajo con las prácticas modernas lo que ha permitido mantener a empleados con un trabajo digno, en un servicio urbano productivo y sin costo para la ciudad, ya que son autoretribuidos.

Otras de las ciudades con aplicación de sistemas de reciclaje es Sao Paulo, Brasil donde el programa inicio con una concientización en varios sectores de la población, implantando la recolección selectiva de los desechos reciclables (vidrio, papel, plástico y metales) y desechos comunes, de esta forma se trata de involucrar a la población en la problemática. Tiempo después se colocaron Puestos de Entrega Voluntaria (PEVs) armados con contenedores que distinguían los tipos de desecho con colores, muchas veces contando con la colaboración y patrocinio de empresas privadas las cuales aprovechaban el sistema para publicar sus marcas, por lo tanto los PEVs tenían que ser situados en lugares públicos.

Actualmente se trabaja pensando en recuperar el papel de las oficinas para su posterior tratamiento en reciclaje y reintegrarlo a la venta como producto nuevo.

En Filipinas e Indonesia, todavía el sistema no esta implantado pero se pretende tener un control total en el manejo de desechos, implementando plantas procesadoras que recuperen materiales secundarios para la producción de nuevos bienes.

Lamentablemente en México, el problema de los desechos fue atendido cuando la contaminación rebasó cualquier cantidad manejable y no fue por falta de medios técnicos para lograrlo, sino por falta de voluntad política y una mayor participación ciudadana.

En países desarrollados como Canadá se ha firmado un pacto de cooperación para el desarrollo de nuevas políticas eco-económicas (ecológicas - económicas) que ayuden a la protección del medio ambiente. Dentro de esas políticas se han desarrollado bases científicas para el estudio del control de partículas, de sólidos suspendidos y de desechos sólidos; de la misma manera se dan apoyos para el desarrollo de tecnología a industrias privadas y del estado que sean generadores de contaminantes para así disminuir las cantidades que son producidas.

Una de las políticas que ha servido no sólo como parte práctica sino también como parte concientizadora es: "Hay que reducir los desechos desde su origen más que tratarlos".

El desarrollo de las técnicas de reciclaje, principalmente papel ha permitido que Canadá este dentro de la norma internacional la cual indica que por lo menos el 50% de la producción de desecho de papel debe ser reciclado<sup>1</sup>

En países como Alemania el tema del reciclado y la reutilización es algo que forma parte de la vida diaria de la gente. En el aspecto de concientización es importante hacer ver que los

---

<sup>1</sup> Tercer Congreso Internacional de Industriales Ecológistas (CONEICO 1995).  
Congreso Internacional de la Industria y del Medio Ambiente  
México - Canadá - Estados Unidos - Unión Europea.

generadores de basura o desecho deben ser quienes financien su arreglo, es decir, que sean ellos quienes pongan solución al problema de los desechos sólidos, un ejemplo claro es el caso de varias industrias alemanas que la mayor parte de sus productos están formados por materiales reciclables.

Para la recolección de los desechos Alemania desarrolló un método de concientización por medio de contenedores pequeños con ruedas que facilitan su transporte, el objetivo de los contenedores es procurar la separación y clasificación de los desechos desde su origen para facilitar el reciclaje; dicha recolección se basa fundamentalmente en la cooperación ciudadana y el apoyo del gobierno tomando en cuenta las siguientes prioridades :

Primera.- Tratar de generar lo menos posible basura.

Segunda.- Reutilizar y reciclar todo lo que sea posible desde su origen.

Tercera.- Destruir o almacenar la basura no reutilizada o no reciclada.

Para identificar y separar los desechos se fabricaron contenedores de tres colores diferentes cada uno con una función específica en los cuales se pretendía recuperar 25% más de cada material reciclable además de que estaría limpio.



Color de Contenedor	Disposición
Verde	Biodegradables (Composta)
Gris	Vidrio, Metales y Plásticos
Azul	Papel y Cartón

Con este método, se logro reducir el volumen de desecho de disposición final en un 48.3%, reducción de los costos de separación en el proceso de reciclado y una recuperación de desecho separado mayor a lo pronosticado en un 10.55%. El éxito se logro con una buena planeación en la estructura del calendario de recolección, el cual propone utilizar los mismos camiones, equipo y gente para la recolección programada para cada tipo de basura (desecho).

## 1.2 ANALISIS EN MEXICO

El problema de los desechos sólidos en México es cada vez mayor, tan sólo en el Area Metropolitana se generan aproximadamente once mil de toneladas de basura diarias<sup>2</sup>, estos desechos representan una generación de 210 kg/mes por habitante en nuestro país, de seguir con estos patrones de consumo esta cantidad podría incrementarse un 61 % para el año 2000.

Uno de los factores que afectan a la solución de los desechos es la falta de recursos económicos y de interés a

---

<sup>2</sup> Asambleista Cuauhtémoc Gutiérrez de la Torre; Periódico El Nacional, 09 de Mayo de 1995.

Color de Contenedor	Disposición
Verde	Biodegradables (Composta)
Gris	Vidrio, Metales y Plásticos
Azul	Papel y Cartón

Con este método, se logró reducir el volumen de desecho de disposición final en un 48.3%, reducción de los costos de separación en el proceso de reciclado y una recuperación de desecho separado mayor a lo pronosticado en un 10.55%. El éxito se logró con una buena planeación en la estructura del calendario de recolección, el cual propone utilizar los mismos camiones, equipo y gente para la recolección programada para cada tipo de basura (desecho).

## 1.2 ANALISIS EN MEXICO

El problema de los desechos sólidos en México es cada vez mayor, tan sólo en el Area Metropolitana se generan aproximadamente once mil de toneladas de basura diarias<sup>2</sup>, estos desechos representan una generación de 210 kg/mes por habitante en nuestro país, de seguir con estos patrones de consumo esta cantidad podría incrementarse un 61% para el año 2000.

Uno de los factores que afectan a la solución de los desechos es la falta de recursos económicos y de interés a

---

<sup>2</sup> Asambleista Cuauhtémoc Gutiérrez de la Torre; Periódico El Nacional, 09 de Mayo de 1995.

proyectos viables para su tratamiento. La implantación de este tipo de proyectos ayudaría a la disminución de contaminantes.

El gobierno mexicano ha trazado estrategias a mediano y largo plazo, a partir de ellas se requiere establecer una política más específica enfocada a los Desechos Sólidos (DS) que considere el uso de los materiales y la recuperación de la energía, esto trae implicaciones a problemas ambientales como el efecto invernadero, la conservación de los recursos naturales, el desarrollo industrial ecológicamente hablando y a la disminución general de la contaminación.

Entre las estrategias que se deben considerar son las siguientes:

- Establecer como prioridades nacionales, la prevención de los Desechos Sólidos (con el objetivo de reducir su toxicidad y cantidad).
- Desarrollar una capacidad de investigación en materia de Desechos Sólidos.
- Promover métodos y alternativas que den como resultado la recuperación de materiales y energía.
- Reglamentar y disponer dichos métodos adecuándolos a la protección del hombre y del medio ambiente.

### **1.2.1 Aspectos Legislativos de los Desechos Sólidos en México.**

En el reglamento de limpia del Distrito Federal (DF) se tiene una muestra muy clara de la limitada visión de las autoridades en cuanto al manejo de los desechos municipales, ya que el sector correspondiente no ha considerado seriamente el problema ecológico que origina un manejo inadecuado e incompleto de los desechos sólidos municipales.

El reciclaje es una de las mejores alternativas para reducir los volúmenes de desechos sólidos que se depositan en los tiraderos y rellenos sanitarios. El problema está en que los habitantes de la capital no están motivados para separar desde su origen (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 de 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, y uso de tecnología barata, los grupos anteriores han dado muestras de cómo transformar y utilizar diversos materiales: plástico, vidrio y papeles, sin necesidad de importar tecnología sofisticada ni costosa.

En el aspecto normativo se pretenden abarcar dos grandes áreas: participación del gobierno federal en el incremento de la operación y manejo de los desechos sólidos así como programas

relativos a la reducción, reciclaje e incineración con recuperación de la energía.

Las cuestiones a ser consideradas para la implantación del sistema son:

### **1.2.2 Marco institucional:**

- Planes federales, estatales y municipales en la administración de los desechos sólidos.
- Procedimientos para definir nuevos lugares de disposición.
- Capacidad de su supervisión de los organismos encargados.
- Programas educativos y de concientización.
- Incremento de la investigación y desarrollo tecnológico.
- Programas de intercambio tecnológico.

### **1.2.3 Prevención de desechos:**

- Información precisa sobre flujos y composición de los Desechos Sólidos.
- Metas de reducción de la cantidad de desechos.

- Planes de adquisición de materiales reciclados en dependencias federales.
- Promoción de uso de etiquetas que informen sobre reducción de fuentes.

#### **1.2.4 Reciclaje:**

- Diseño de productos envases y etiquetas.
- Normas técnicas.
- Guías generales de codificación y etiquetado de productos y envases.
- Reglamentación de los sistemas de reciclaje.
- Desarrollo técnico y económico de mercados de materiales secundarios.

Con el propósito de poder auxiliar a las autoridades locales es necesario conocer la situación real de los centros urbanos nacionales con mayor problema, así como aprender de soluciones que se hallan implantado en otras partes del mundo, analizarlas y adaptarlas a las necesidades de México.

Esta investigación esta considerada como la primera etapa en el análisis de la problemática que representa el manejo y disposición de los desechos sólidos.

El Tratado de Libre Comercio (TLC) también se ha preocupado en introducir a México al estudio e industrialización en materia ecológica para lograrlo establece: "no se deben relajar el aspecto legal y de normas ambientales con el fin de atraer inversión"; cada país establece las limitantes ambientales siempre que estas se encuentren dentro de lo acordado en el tratado. Se debe procurar la aplicación efectiva de las legislaciones de cada país y por cada país miembro del tratado; se deben legislar altas normas y niveles de protección ambiental que serán vigiladas por la comisión de protección ambiental.<sup>3</sup>

Actualmente entidades como el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA) y el gobierno federal trabajan en conjunto con instituciones internacionales para diseñar un programa integral y resolver los problemas ambientales que genera la industria.

Por otra parte el Departamento del Distrito Federal (DDF) a través de créditos esta construyendo una planta de tratamiento que pretende reciclar aproximadamente el 15% de los desechos producidos durante un día en la Ciudad de México.

En la Ciudad de México y el Area Metropolitana se tiene una cobertura de recolección del 80% urbana y el 50% rural lo que indica clara deficiencia en este aspecto; para subsanarlo se pretende modernizar al sistema de recolección y transferencias con la ayuda de concesionamientos o contratación de servicios de limpia y recolección de desechos sólidos. Además se pretende comenzar con un programa de concientización

---

<sup>3</sup> Tercer Congreso Internacional de Industriales Ecológistas  
Conferencia: El Tratado de Libre Comercio de Norteamérica: Avances y Perspectivas en Materia Ambiental para México.

ciudadana en la que se promueva reducir la cantidad de desecho producida, reutilizar o reusar el material que se preste a ello y reciclar (dar conocimiento del sistema).<sup>4</sup>

### **1.3 DESECHOS SÓLIDOS Y SU CLASIFICACION.**

**Desechos Sólidos.** Son todos aquellos materiales procedentes de las actividades humanas y animales, desechados como inservibles o innecesarios, ó que el propietario no estima con valor comercial suficiente para conservarse.

Para la clasificación de los desechos partiremos tomando en cuenta el origen de su generación como "desechos urbanos", esto permite mostrar que en ciudades como la de México sería muy difícil el manejo y separación de la basura por lo que adoptamos un tipo de clasificación que permita mejorar la identificación de los desechos sólidos de acuerdo a su fuente de generación, para acciones gubernamentales y de normatividad, considerando tres categorías generales:

1. Desechos Municipales.
2. Desechos Industriales.
3. Desechos Peligrosos.

---

<sup>4</sup> Tercer Congreso Internacional de Industriales Ecológistas  
Conferencia: Programa de Protección Ambiental en Materia de Residuos Sólidos de la  
Secretaría de Ecología del Estado de México.



### **1.3.1 Desechos Municipales**

- Desechos Alimenticios. Susceptibles a la degradación.
- Basura. Constituida por desechos sólidos combustibles (maderas, plásticos, telas) y no combustibles (metales, vidrio).
- Cenizas y Residuos. Incluyen materiales remanentes de la combustión.
- Desechos de Demolición y Construcción. Incluyen desechos originados por la destrucción de edificios y estructuras.

Las fuentes que lo originan:

- Residencial: Casas habitación.
- Comercial: Incluye almacenes, restaurantes, mercados, oficinas e instituciones educativas.
- Areas abiertas: Incluye basuras de recolección por limpieza de áreas verdes, avenidas y calles.

### **1.3.2 Desechos Industriales.**

Incluyen aquellos desechos o desperdicios surgidos de los procesos industriales. La fuente que los genera es cualquier industria que aplique algún proceso de transformación sobre una materia prima.

### **1.3.3 Desechos Peligrosos.**

Son aquellos desechos que en cualquier estado físico y por sus características provocan un daño en forma inmediata o posterior cuando exhiben cualquiera de las siguientes características: corrosividad, toxicidad, reactividad, entre otras.

Con frecuencia estos desechos son agrupados en las siguientes categorías: .

- Sustancias radiactivas.
- Sustancias químicas.
- Desechos explosivos.
- Desechos flamables.
- Desechos biológicos.

Las fuentes que los genera son usualmente; hospitales, instituciones de investigación, industrias e industrias especializadas.

### **1.3.4 Composición de los desechos**

La composición de los desechos cambia dependiendo de la fuente que los genera, pero esencialmente es afectada por los siguientes parámetros.

1. Nivel de vida.
2. Estación de año.
3. Modo de vida de la población.

### **1.3.3 Desechos Peligrosos.**

Son aquellos desechos que en cualquier estado físico y por sus características provocan un daño en forma inmediata o posterior cuando exhiben cualquiera de las siguientes características: corrosividad, toxicidad, reactividad, entre otras.

Con frecuencia estos desechos son agrupados en las siguientes categorías:

- Sustancias radiactivas.
- Sustancias químicas.
- Desechos explosivos.
- Desechos flamables.
- Desechos biológicos.

Las fuentes que los genera son usualmente; hospitales, instituciones de investigación, industrias e industrias especializadas.

### **1.3.4 Composición de los desechos**

La composición de los desechos cambia dependiendo de la fuente que los genera, pero esencialmente es afectada por los siguientes parámetros.

1. Nivel de vida.
2. Estación de año.
3. Modo de vida de la población.

En estos parámetros se considera el poder adquisitivo de las personas, ya que el incremento de éste produce aumento en relación a los empaques plásticos, envolturas, cajas y de más productos de desecho.

Composición Física. Incluye la identificación de los componentes individuales, tamaño de partículas y el contenido de humedad.

Composición Química. Esta es parte de la información más importante acerca de la composición del desecho, ya que se emplea en la evaluación de procesos alternativos de recuperación o reuso de los materiales.

Se realizan análisis que determinan dicha composición como:

1. Análisis inmediato. Determina el porcentaje de humedad, cantidad de material volátil y cenizas, etc.
2. Análisis fundamental. Determina los porcentajes de Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, Azufre y Cenizas.
3. Punto de fusión de las cenizas.

COMPOSICION FISICA PROMEDIO DE RESIDUOS SOLIDOS (1994)		
SUBPRODUCTOS	DOMICILIARIOS PESO (%)	MUNICIPALES PESO (%)
ALGODON	2.25	1.38
CARTON	4.91 *	5.65 *
CUERO	0.13	0.09
ENVASES DE CARTON	2.74	2.32
FIBRA DURA VEGETAL	0.08	0.46
FIBRA SINTETICA	1.58	0.84
HUESO	0.09 *	0.19 *
HULE	0.20	0.37
LATA	2.61 *	1.54 *
LOSA Y CERAMICA	0.47	0.31
MADERA	0.13	0.63
MATERIAL CONSTRUCCION	0.57	2.95
MATERIAL FERROSO	1.33 *	1.45 *
MATERIAL NO FERROSO	0.07 *	0.56 *
PAPEL BOND	2.72 *	4.74 *
PAPEL PERIODICO	5.33 *	5.14 *
PAPEL SANITARIO	8.42	5.57
PAÑAL DESECHABLE	3.16	1.58
PLASTICO PELICULA	5.66 *	4.79 *
PLASTICO RIGIDO	4.15 *	3.35 *
POLIURETANO	0.17	0.17
POLIESTIRENO EXPANDIDO	0.77	0.56
RESID. ALIMENTICIOS.	32.36	36.40
RESID. JARDINERIA	5.57	4.83
TRAPO	0.56	0.37
VIDRIO DE COLOR	4.35 *	2.84 *
VIDRIO TRANSPARENTE	6.14 *	4.60 *
RESIDUO FINO	1.39	2.63
OTROS	2.09	3.70
	100.00%	100.00%

\* RESIDUOS RECICLABLES

TABLA 1<sup>5</sup>

<sup>5</sup> De los estudios realizados por la Dirección Técnica de Desechos Sólidos

# CAPITULO 2

## DISPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS



Fuente: Revista Cooperación-Tecnología Ambiental

## **CAPITULO 2**

### **DISPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS**

En la actualidad, México y el resto del mundo padecen enfermedades, contaminación de aguas, aire y suelo, debido al tratamiento inadecuado que se les da a los grandes volúmenes de basura que diariamente se generan.

Atendiendo a la problemática del tratamiento de la basura, se busca la forma de aprovechar al máximo las técnicas usuales aplicadas a la disposición final de los residuos sólidos.

Analizamos las ventajas y desventajas que presentan cada una de estas técnicas como a continuación se describen:

#### **2.1 RECOLECCION**

Considera dos aspectos: sanitario y de bienestar. Para la selección del tipo apropiado del recipiente para su recolección hay que considerar el tipo de material y la clase de desecho sólido que se este manejando; por ejemplo: para desechos comercial/industrial se utilizan contenedores, estos pueden ser fijos o intercambiables.

Utilizando tecnología y sistemas de recolección modernos, es posible reducir a la mitad el volumen de desechos no importando su origen.

## 2.2 RELLENO SANITARIO

Este, es el método más utilizado, se define como un lugar legalmente autorizado donde se depositan las basuras municipales, para su posterior entierro.

La problemática existente es, debido a los grandes tiraderos incontrolados que seguramente es el principal origen de la degradación ambiental, sobre todo en la periferia de las ciudades. Cabe señalar que este tipo de sistema de tratamiento de basura puede contaminar incluso aguas subterráneas.

Existen dos tipos de relleno sanitario: Relleno Sanitario Mecánico y Relleno Cubierto Rústico. En ambas formas de relleno los residuos se distribuyen en capas de 20 a 30 cm. de grueso y se compactan formando una celda que deberá recubrirse con una capa de tierra de entre 15 y 20 cm, esparcida y compactada igual que los residuos, por lo menos una vez al término de la jornada de trabajo.

En caso de que el terreno destinado para relleno se sature, se debe cubrir la superficie con una tapa de tierra de 40 a 60 cm., la cual recibe el nombre de cubierta final.

Esto se hace con el fin de:

- Soportar el tránsito de vehículos.
- Permitir la siembra de vegetación.
- Facilitar la instalación de canales superficiales.
- Permitir la realización de nivelaciones del terreno con el paso del tiempo.



## 2.3 PEPENA

Es un sistema de clasificación mecánica y/o manual de la basura en sus diferentes componentes, tales como vidrio, metales, plásticos y otros; realizada en los llamados tiraderos a cielo abierto. Esta técnica requiere de grandes equipos, de camiones recolectores que no compacte la basura para poderla seleccionar fácilmente, y otro para transportar los desperdicios clasificados a las industrias recicladoras; además de un área que quede inutilizada por mucho tiempo y que no se encuentre lejos de los centros de producción.

La pepena no es una técnica eficiente debido a que en 30% de la basura generada se queda en barrancas, ríos, calles, etc. Y del 70% que llega a los tiraderos sólo es recuperable un 40% debido a que no es posible separar materiales destruidos y en vías de putrefacción.

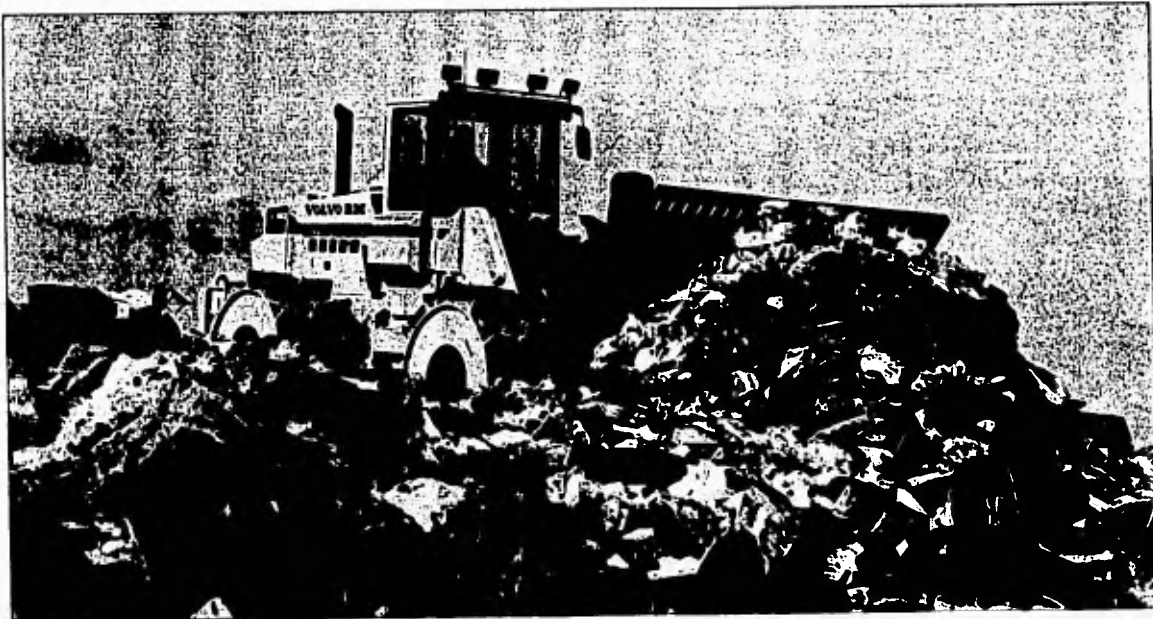


Fuente: Prevención de la Contaminación Vol. 3, No. 3

## 2.4 COMPACTACION

Es un método de tratamiento de residuos sólidos que reduce el volumen que estos ocupan, con la aplicación de altas presiones ejercidas sobre ellas.

Las ventajas de la compactación son: a) sanitarias, y b) económicas porque reduce el costo del transporte de desechos sólidos y mayor aprovechamiento en área del contenedor. Para la compactación se utilizan compactadoras, apisonadoras y tractores.

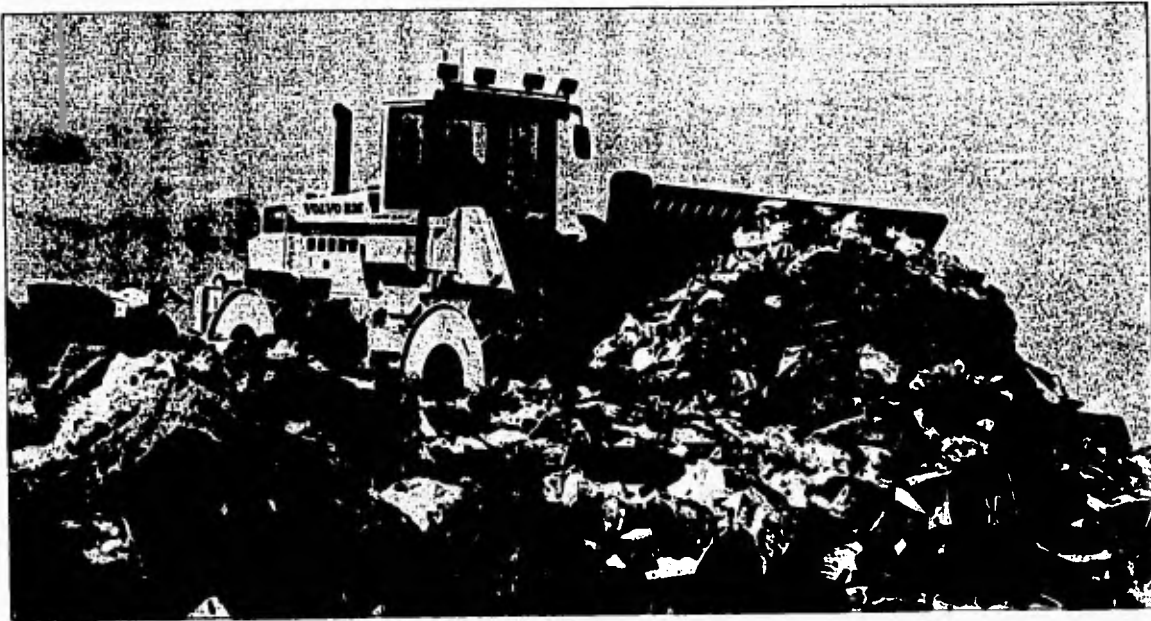


Fuente: Prevención de la Contaminación Vol. 3, No. 3

## 2.4 COMPACTACION

Es un método de tratamiento de residuos sólidos que reduce el volumen que estos ocupan, con la aplicación de altas presiones ejercidas sobre ellas.

Las ventajas de la compactación son: a) sanitarias, y b) económicas porque reduce el costo del transporte de desechos sólidos y mayor aprovechamiento en área del contenedor. Para la compactación se utilizan compactadoras, apisonadoras y tractores.



Fuente: Prevención de la Contaminación Vol. 3, No. 3

## **2.5 TRITURACION**

La trituración puede efectuarse utilizando molinos de bolas o pulverizadores. Este método asegura partículas pequeñas fáciles de manejar al momento de disponer de los desechos para cualquier otro tipo de tratamiento o uso.

## **2.6 INCINERACION**

Es una técnica de tratamiento que consiste en eliminar la mayor parte del volumen de los residuos mediante su combustión a través de la cual se transforman los desechos en gases, cenizas y escorias, con fin de reducir el volumen y aprovechar la energía producida de esta.

La eliminación de residuos por esta técnica, requiere de una planta de tratamiento adecuada a la cantidad producida. Su costo es elevado por lo que solo se recomienda a industrias farmacéuticas y hospitales, ya que las bacterias e insectos se destruyen en forma rápida.

## **2.7 COMPOSTEO**

Mediante la fermentación de las materias orgánicas contenidas en los residuos sólidos, se produce la composta, en presencia de aire por la acción de gran cantidad de bacterias ofreciendo propiedades para la agricultura.

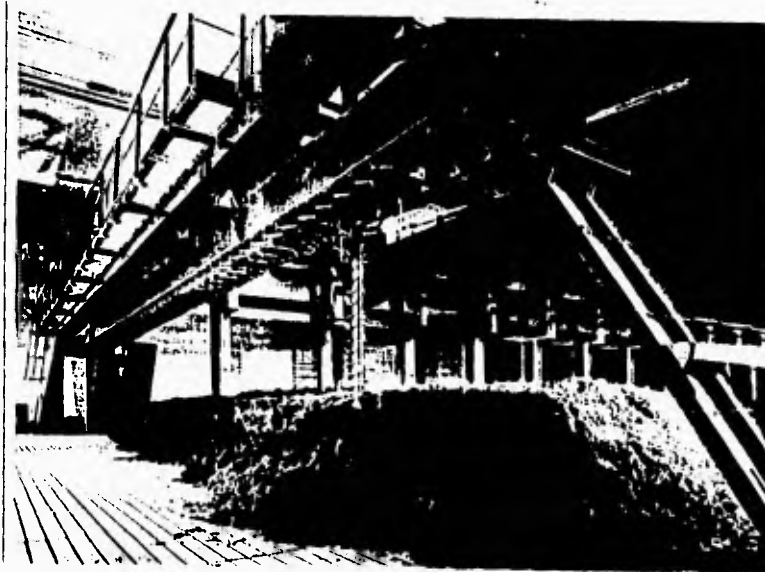
La composta tiene carácter de abono, ya que es un producto que contiene diversos elementos fertilizantes como

nitrógeno, fósforo, y potasio, que aunque sus porcentajes son bajos, existen en una proporción equilibrada; además presenta un buen elemento regenerador de suelos.

Existen dos procedimientos para producción de composta:

**TERMINACION NATURAL:** Después de molidos y regados con agua, los residuos se colocan en pilas de dos metros de altura durante tres meses. Durante el primer mes se remueven cada diez días y una sola vez al mes durante los dos meses siguientes.

**FERMENTACION ACELERADA:** Los residuos se almacenan en torres o cilindros donde se inyecta aire y los residuos se ponen en movimiento. Con la aplicación de este proceso, la fase de fermentación se reduce a 15 días.



Fuente: Thyssen-Waste Disposal Technology

## 2.8 QUIMICO ó PIROLISIS

Pirólisis se llama a la descomposición de los elementos orgánicos contenidos en los residuos sólidos, realizado a altas temperaturas y en ausencia de oxígeno, durante el proceso de descomposición la materia orgánica de poco valor se convierte en productos orgánicos de alto contenido energético; durante el proceso se generan productos sulfuro gaseosos líquidos y sólidos, que pueden ser utilizados como carburantes o materias primas químicas, como pueden ser el metanol o aceites ligeros; entre los gases generados podemos encontrar monóxido de carbono, hidrógeno y amoníaco, el resto de los residuos que representan la mitad del volumen inicial.

La ventaja de esta técnica es que posibilita el control de la contaminación atmosférica por la reducción de los desperdicios gaseosos emitidos, además la recuperación de los subproductos que es posible obtener.

El proceso de la pirólisis requiere de reactores diseñados especialmente para tratar los residuos.

## 2.9 DEGRADACION

En la actualidad, en muchas comunidades el principal método utilizado en el tratamiento de los desechos es el relleno sanitario o entierro. Una opinión común es que si el plástico fuera degradable éste simplemente desaparecería y minimizaría el problema de los desechos sólidos. Desafortunadamente, ésta es sólo una suposición.

Existe una confusión acerca del desarrollo del plástico degradable ó cualquier otro tipo de material para envases, en cuanto a su generación así como el de los rellenos sanitarios. Estudios recientes muestran que las películas plásticas representan menos del 4% del total de desechos sólidos generados, por lo tanto es difícil de creer que el problema de los desechos sólidos se resolvería haciendo degradables a los plásticos.

La degradación de hecho, es un proceso complejo y lento y para que éste se lleve a cabo, la materia degradable debe estar expuesta a la luz, calor, aire, agua y bacterias.

Bajo las condiciones de los rellenos sanitarios muchos de los materiales genéricamente considerados como degradables, sufren un deterioro lento ó inclusive incompleto.

A causa de la ignorancia se considera que los tiraderos son un problema causado por los plásticos, más que por la misma acción de los consumidores.

Las envolturas plásticas son ciertamente una parte visible en los tiraderos, por lo que las envolturas degradables pueden ser de gran ayuda para reducir el problema de los tiraderos.

Como resultado se han impuesto diversas legislaciones para el desarrollo de plásticos degradables, principalmente en algunos países de Europa y Estados Unidos lo cual a su vez ha propiciado el desarrollo de tecnologías para la fabricación de plásticos degradables.

Los resultados obtenidos actualmente se basan en la adición de ciertas sustancias al plástico que provoque su desintegración distinguiéndose de acuerdo al medio que la ocasiona, de tal forma que existen dos tipos de degradación:

**FOTODEGRADACION** : Se apoya en la luz ultravioleta del sol, la cual rompe la estructura química del plástico, en partículas que más tarde se pierden en la composición química de otros elementos.

Los aditivos utilizados son sustancias altamente oxidantes y denominadas fotoactivas, por ejemplo las Sales de Cobre.

Para que la fotodegradación ocurra con mayor facilidad se recomienda el uso de pigmentos oscuros para incrementar el rango de absorción de radiaciones. Se utilizan en proporciones del 5 al 10% en la formulación.

**BIODEGRADACION** : Este proceso implica el rompimiento y consumo del material plástico mediante organismos vivos.

Los plásticos biodegradables se clasifican en dos tipos:

- Sistemas basados en aditivos.
- Polímeros de origen natural.

Los aditivos para los primeros están basados en sustancias como glucosas y almidones, los cuales logran el rompimiento de la estructura cuando son consumidos por los microorganismos.

Los polímeros de origen natural actualmente tienen un alto costo de fabricación.



Se deben tener muchas precauciones con ambos métodos de degradación. En los envases para productos alimenticios puede provocarse contaminación al producto a causa de una degradación prematura durante su comercialización ó consumo.

Los plásticos degradables pueden detener el reciclado, y el medio ambiente prefiere una solución directa al problema de la crisis de los desechos sólidos. Muchas de las aplicaciones del reciclado de plásticos, dependen de la dureza y durabilidad de los materiales, propiedades que no son tomadas en cuenta para los productos degradables en términos prolongados de uso. Los plásticos bio ó fotodegradables, no podrán ser mezclados con plásticos sin ningún tratamiento para el reciclado, sin que las cualidades del plástico final reciclado se vean afectadas.

Los métodos para el tratamiento de plásticos degradables son de mayor importancia en relación a las necesidades del desarrollo del reciclamiento, pero al final, ambas sólo incrementarán el costo del reciclado, deteniendo el crecimiento.

## **2.10 REUTILIZACION**

Consiste en retirar de los desechos un determinado material que puede ser nuevamente utilizado en el estado en el que se encuentra, o como materia prima para la elaboración del mismo producto y de otros elementos.

La reutilización se basa en tres puntos:

1. Conservar los recursos naturales, especialmente los no renovables.

2. Utilizar mejor las áreas y los volúmenes de desechos en los rellenos sanitarios.
3. Procurar otras fuentes de energía.

La reutilización puede ser:

**Directa** : consiste en el aprovechamiento del material en las condiciones en el que es retirado, sometiéndolo a poco o ningún tratamiento.

**Indirecto** : los desechos son procesados y sometidos a un tratamiento previo antes de su utilización.

## **2.11 RECICLADO**

Después de analizar los métodos que se utilizan para el tratamiento el manejo de los desechos, como conclusión se define como única solución el "no generar desechos", para lo cual afortunadamente en algunos países como E.U., Japón, Alemania, Canadá e Italia se han implementado diversos sistemas de reciclado con éxito, basándose en la recolección diferenciada y separación de materiales reciclables como son el vidrio, papel, metales y plásticos para transformarlos en productos útiles nuevamente.

*Reciclar significa que todos los desechos y desperdicios que se generan se vuelvan a integrar a un ciclo natural, industrial ó comercial mediante un proceso cuidadoso que permita llevarlo acabo de manera adecuada y limpia.*

La problemática de la recuperación de los materiales aprovechables de los desechos en México y en particular de los plásticos contenidos en las mismas, ha de abordarse mediante la íntima colaboración del Gobierno a través de sus Secretarías (SECOFI, DDF, SEMAR y P) con asociaciones de fabricantes de materias primas, de la industria de la transformación, escuelas y universidades quienes deberán tomar medidas sobre los puntos siguientes:

1. Legislación. Se deben actualizar todas las normas y leyes existentes sobre recolección, aprovechamiento y eliminación de los desechos, adecuándolos a las necesidades de nuestro país.

2. Informar y Motivar a la Población. Mediante la utilización de todos los medios educativos, de comunicación y publicitarios con el fin de lograr la comprensión y colaboración de toda la población para aprender a clasificar y separar los diferentes desperdicios.

3. Actuar. Instalando centros de acopio, recolección diferenciada de los domicilios, creando empresas especializadas en reciclado de materiales.

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

Para que un negocio de reciclado sea factible se requieren de los siguientes cuatro aspectos:

1. ABASTO.
2. LIQUIDEZ.
3. TECNOLOGIA DE VANGUARDIA.
4. MERCADO.

Sin olvidar que para que funcione el proceso del reciclaje en un país como el nuestro se tienen que considerar los aspectos sociales, económicos y políticos, que formen la infraestructura que sostenga esta actividad.

El principal problema que obstaculiza el proyecto sobre la separación de vidrio, papel, metal y plástico, no es la falta de técnicas, sino de voluntades que determinen el rompimiento de muchos caciques que operan dentro del grupo de los pepenadores.

Como ejemplo, podemos citar el caso de la recolección de desechos separados en Ciudad Universitaria, donde encontramos que el producto de esta recolección es manejada por una gran cantidad de recolectores informales.



## CAPITULO 3

### TIPOS DE RECICLAJE

Todas las actividades humanas producen desperdicios y las actividades comerciales e industriales no son la excepción. Mientras los productos contribuyan 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 buen ejemplo de lo anterior, ya que ayuda a mantener el valor de los productos, ofreciendo satisfacción a las necesidades; más una vez utilizado pierde su valor y se desecha. Y es entonces cuando el destino final de estos desperdicios es el basurero, de modo que se vuelve urgente idear nuevos medios para aprovecharlos.

Teóricamente es posible reciclar la mayoría de los materiales de desecho: hojalata, aluminio, vidrio, plásticos (termoplásticos) papel, tela 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 industrializados) y la reducción del gasto de recursos naturales y energía (prioridad de los países en desarrollo).

Entre los principales factores que estimulan el reciclaje en los países en desarrollo destacan los siguientes: El costo de las materias primas vírgenes, donde los materiales primarios utilizados para la fabricación de envases y embalajes son

sofisticados. Estos materiales son escasos en muchos de los países de bajos ingresos.

Los costos de recolección y separación son muy bajos porque existe la 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. Sin embargo, son los intermediarios quienes logran utilidades más atractivas en este mercado.

Las industrias recicladoras se han ido concentrando en localizaciones que constituyen los mercados naturales para los desperdicios clasificados.

La mayoría de las industrias en países de bajo ingreso son de escasos recursos y operan en mercados protegidos, debido a esto la disponibilidad de material proveniente del comercio exterior es limitada conduciendo a la dependencia de materiales reciclados.

En algunos países, como la India, el gobierno estimula el reciclaje de algunos materiales para adquirirlos y usarlos.

Pero también surge desde hace mucho tiempo cuando las empresas transformadoras colocaron un pequeño molino junto a las máquinas donde procesaban sus desperdicios( piezas mal formadas, coladas y purgas), una vez molidas se incorporaban en una pequeña cantidad a los materiales vírgenes, con lo que la acumulación de desperdicios resultaba mínima.

## **3.1 PLASTICOS**

### **3.1.1 Adquisición de Materias Primas:**

Las resinas poliméricas que dan origen a los plásticos provienen de productos derivados del petróleo o del gas natural, los cuales son también fuentes de energía. En la manufactura de los plásticos se utilizan 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 reciclados en contacto directo con los alimentos y bebidas.

### **3.1.2 Procesamiento de las Materias Primas**

Los plásticos son fáciles de procesar y conducen a productos ligeros, estas dos características resultan en ahorros tanto de manufactura como de transporte, los cuales generalmente se compensan con el contenido energético propio (petróleo y gas natural).

### **3.1.3 Producción o Conversión de los envases**

Los contenedores de plástico, como por ejemplo las botellas de PET, tiene 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, además por su ligereza reduce la cantidad de energía usada para la transportación.



### 3.1.4 Tipos de plásticos que se reciclan

Se puede decir que casi todos los materiales que conocemos como termoplásticos son factibles de ser reciclados o reprocesados de alguna forma por medio de diversas tecnologías. La cantidad de plásticos que en la actualidad existen es muy grande y nuevos desarrollos de polímeros nacen día con día.

Hay cinco familias de plásticos que son los que representan el 75 % del consumo y además son el 95% de los que se encuentran en los basureros.

#### **POLIETILENO (PE)**

Es el plástico más ampliamente usado en envases. Se clasifica principalmente como polietileno de baja densidad (PEBD) y como polietileno de alta densidad (PEAD).

PEBD tiene características de transparencia, flexibilidad, fácil procesamiento y presenta barrera únicamente a humedad. Su mayor aplicación es como película para bolsas de diversa índole, como de supermercado, para basura, artículos, etc.

PEAD tiene características de rigidez, bajo costo, fácil procesamiento y resistencia a la ruptura y al rasgado; tiene aplicaciones tales como botellas para detergentes y blanqueadores líquidos, aceites para motores, leche, jugos y también como bolsa de tiendas de supermercados. Presenta alrededor del 50% del mercado de botellas de plástico.

### **3.1.4 Tipos de plásticos que se reciclan**

Se puede decir que casi todos los materiales que conocemos como termoplásticos son factibles de ser reciclados o reprocesados de alguna forma por medio de diversas tecnologías. La cantidad de plásticos que en la actualidad existen es muy grande y nuevos desarrollos de polímeros nacen día con día.

Hay cinco familias de plásticos que son los que representan el 75 % del consumo y además son el 95% de los que se encuentran en los basureros.

#### **POLIETILENO (PE)**

Es el plástico más ampliamente usado en envases. Se clasifica principalmente como polietileno de baja densidad (PEBD) y como polietileno de alta densidad (PEAD).

PEBD tiene características de transparencia, flexibilidad, fácil procesamiento y presenta barrera únicamente a humedad. Su mayor aplicación es como película para bolsas de diversa índole, como de supermercado, para basura, artículos, etc.

PEAD tiene características de rigidez, bajo costo, fácil procesamiento y resistencia a la ruptura y al rasgado; tiene aplicaciones tales como botellas para detergentes y blanqueadores líquidos, aceites para motores, leche, jugos y también como bolsa de tiendas de supermercados. Presenta alrededor del 50% del mercado de botellas de plástico.

Al reciclar el polietileno logramos obtener botellas para detergentes, recipientes para basura, bases para botellas de refresco, tubería para riego e instalaciones eléctricas, tambores, tarimas, cajas para refresco, etc.

### **CLORURO DE POLIVINILO (PVC)**

La característica del PVC como envase son la transparencia y la resistencia química. Debido a su versatilidad y compatibilidad con aditivos y plásticos, sus aplicaciones están en una gran variedad de productos rígidos como tubería para drenaje y alta presión hasta envases transparentes para alimentos, principalmente botellas para aceite comestible, aguas, cosméticos y líquidos de limpieza domésticos. Las aplicaciones del PVC reciclado son: Tubería para drenajes, cercas, barandales, coladeras para alcantarillas, etc.

### **POLIPROPILENO (PP)**

Sus características son de alta resistencia química y a la fatiga, con una baja densidad. Se utiliza en aplicaciones como fibras, películas para envases, además de algunos envases y botellas. Desde hace tiempo el PP en los Estados Unidos se ha utilizado en la fabricación de baterías para automóviles debido a su ligereza durabilidad y reciclabilidad. El 40% del PP recuperado se utiliza para la fabricación de baterías nuevas, el resto se emplean en otras aplicaciones automotrices y productos de consumo.

## **POLIESTIRENO (PS)**

Es una familia de plásticos rígidos cuyas características principales son transparencia, habilidad para espumarse y fácil procesamiento. Sus aplicaciones en envase incluyen vasos para yogurt, charolas para carne, y artículos desechables para fiestas. El PS es uno de los plásticos más atractivos para recuperar por su precio y aplicaciones, por ejemplo para tacones de calzado.

## **TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)**

Es el material plástico de empaque más comúnmente reciclado en los E.U. y Europa, representa alrededor del 25% del mercado de todas las botellas de plástico. Se utiliza principalmente en botellas para bebidas carbonatadas, también, se emplea como envase para diversos productos alimenticios, cosméticos, medicamentos, detergentes líquidos, aceites y licores. Sus propiedades son de transparencia, tenacidad y barrera a gases, principalmente CO<sub>2</sub>.

En esta clasificación se incluyen plásticos mezclados en forma de laminados, coextrusión de dos o más resinas y productos de difícil separación, así como algunos plásticos de ingeniería. Para la mezcla de plásticos existen tecnologías de reciclado para producir placas y barras que sustituyen aplicaciones de madera asbesto y hormigón.

No todos los plásticos son iguales, sus composiciones químicas y su punto de fusión son diferentes, por ejemplo cuando un plástico alcanza la temperatura de fusión otro ya se encuentra en estado líquido. Incluso aun cuando el punto de

fusión sea el mismo algunos plásticos son tan inamisibles como el agua y el aceite.

Una de las principales condiciones para poder reciclar el plástico y aprovechar el contenido energético hasta ahora desaprovechado esta basado principalmente en la adecuada recolección de materiales.

El reciclado de plásticos es un proceso dinámico que involucra una secuencia de pasos para su desarrollo. El flujo de materiales crea un sistema integrado que da forma y consistencia al mercado de reciclado. Este mercado desarrolla e impulsa negocios que transforman los desechos en formas o productos aceptables para los transformadores o consumidores. Los pasos básicos en el reciclado de plásticos son:

- 1.- Recolección
- 2.- Selección por tipo de plástico
- 3.- Recuperación
- 4.- Transformación
- 5.- Consumo

Los criterios para la especificación de plásticos deben partir de:

**Si los materiales se encuentran dentro de los parámetros de rendimiento adecuados para la aplicación que se requiere, que sean o no materiales reciclados no tiene importancia.**

fusión sea el mismo algunos plásticos son tan inamisibles como el agua y el aceite.

Una de las principales condiciones para poder reciclar el plástico y aprovechar el contenido energético hasta ahora desaprovechado esta basado principalmente en la adecuada recolección de materiales.

El reciclado de plásticos es un proceso dinámico que involucra una secuencia de pasos para su desarrollo. El flujo de materiales crea un sistema integrado que da forma y consistencia al mercado de reciclado. Este mercado desarrolla e impulsa negocios que transforman los desechos en formas o productos aceptables para los transformadores o consumidores. Los pasos básicos en el reciclado de plásticos son:

- 1.- Recolección
- 2.- Selección por tipo de plástico
- 3.- Recuperación
- 4.- Transformación
- 5.- Consumo

Los criterios para la especificación de plásticos deben partir de:

**Si los materiales se encuentran dentro de los parámetros de rendimiento adecuados para la aplicación que se requiere, que sean o no materiales reciclados no tiene importancia.**

### **3.1.5 Plásticos de la misma especie**

Cuando el desperdicio sea un plástico de la misma especie y encontrándose lo más limpio posible, puede usarse con gran eficiencia el proceso de regranolado que comúnmente se aplica a los termoplásticos.

Para obtener mejores resultados es de suma importancia el manejo de desperdicios en la industria que los genera; colocarlos en lugares especiales manteniéndolos limpios y clasificándolos por tipo de plástico y tamaño, así como evitar su contaminación con polvo.

Para el caso de plásticos provenientes de la recolección diferenciada se debe garantizar que también deben estar libres de contaminantes tales como aceites, detergentes y azúcar. Generalmente requieren de un proceso de lavado posterior a la molienda. El proceso de reciclado para estos casos consiste básicamente de molienda, lavado, separación, compactación, granulado y modificación con aditivos.

La molienda requiere de instalaciones y equipos especiales según la forma y el tipo de material.

La limpieza requiere de dos fases para su realización. En la primera se separa la suciedad poco adherida (tierra, piedra), después de la molienda por un proceso en tintas de lavado fuertemente adherido (tintas, etiquetas, adhesivos) de forma manual antes de la trituración, la segunda fase de limpieza se lleva a cabo dentro del extrusor por medio de mallas intercambiables.

El compactado se aplica a películas, fibras y materiales espumados, con el fin de aumentar su densidad. El proceso incrementa la temperatura en base a cuchillas de alta velocidad causando aglomeración del material y proporcionándole cuerpo.

El proceso de granulado consiste en la extrusión por medio de un dado con orificios de dos milímetros aproximadamente por donde sale el material fundido el cual es posteriormente cortado pudiendo ser a la cabeza o cuando se forman tiras que se enfrían en tintas de agua y se cortan posteriormente.

La modificación con aditivos se usa para restablecer o mejorar las propiedades de los plásticos reciclados. con tales modificaciones los plásticos recuperados pueden estar en condiciones de competir en algunas aplicaciones de alta tecnología industrial.

### **3.1.6 Reciclaje y Recuperación del Poliestireno**

Escencialmente este material es utilizado para el empaque de alimentos y utensilios por lo que el proceso de separación y reciclaje se simplifica.

#### **Descripción del proceso**

1. Se coloca un transportador de bolsas de desecho que contengan poliestireno en su composición, las cuales se rompen manual o automáticamente.



2. Los artículos no reciclables son removidos manualmente, a excepción de las servilletas de papel las cuales son removidas posteriormente.
3. Se transporta el desecho a un granulador modificado con boquillas para alta presión que pulverizan agua a 65°C con el objeto de lavar el plástico y matar las bacterias.
4. El material molido grueso cae por gravedad en una secadora centrífuga que bota el agua y los restos de alimentos (posteriormente el agua es filtrada y recirculada).
5. El poliestireno limpio y seco es granulado por segunda vez hasta obtener partículas más finas.
6. Las partículas se granulan en una extrusora con desfogue y filtro de malla y se empaca.

### **3.1.7 Reciclaje de Botellas de plástico.**

Gran parte de las mejoras en las tecnologías para el procesamiento de este tipo de plásticos (Tereftalato de polietileno) son considerados como exclusivos de esta industria, para el reciclaje del PET se prefiere que este sea natural y no el que a sido mezclado con colores. Su proceso también incluye un proceso de lavado que disuelve el pegamento entre el "base cup" y la botella, para que así ambos componentes puedan molerse y ser procesados, este sistema cuenta con un proceso automático de selección que detecta y separa bases de aluminio, "base cups" y botellas de color que hayan pasado al proceso antes del granulado.

Actualmente hay máquinas que procesan botellas de plástico que pueden ir completas, estas máquinas están diseñadas para retirar sobre el proceso todo aquel material que no sea PET.

### **Descripción del Proceso**

1. Para separar esta mezcla se regranula a un tamaño adecuado al proceso (6.5mm).
2. La mezcla es alimentada a un sistema ciclónico de clasificación por aire que remueve la mayor parte del papel y fragmentos de etiqueta.
3. Los fragmentos de botellas y metal pesado se mandan a un tanque de lavado que contiene una mezcla de agua y solventes a 71°C donde se disuelve el adhesivo y cualquier residuo de fibras de etiqueta.
4. Sigue un ciclo de lavado y enjuagado que limpia los gránulos de PET, PEAD (Polietileno de Alta Densidad) y Aluminio. (Toda el agua es filtrada y recirculada).
5. El polietileno de alta densidad es separado por gravedad de la mezcla de PEAD-Aluminio-PET en una cámara de flotación. El PEAD flota mientras que el PET y el Aluminio se depositan en el fondo.
6. Las fracciones resultantes de PEAD y PET-Aluminio son centrifugadas y alimentadas a secadoras. El PEAD es envasado como producto final.

7. La mezcla de PET-Aluminio pasa a un separador electrostático donde es centrifugada en un tambor metálico rotatorio y cargada al pasar bajo un electrodo de alto voltaje. Las partículas PET siendo pobres conductores retienen la carga adheriéndose al tambor rotatorio, mientras que las partículas de Aluminio rápidamente pierden la carga y caen en un colector. Con el tambor aún rotando el PET es sacado a otro colector para su empaque para su venta o almacenaje.

### **3.1.8 Tecnología para el Reciclado de Plásticos Mixtos**

De los plásticos que se recuperan del proceso de separación de desechos, la mayor parte están mezclados en diferentes tipos de polímeros lo cual dificulta la producción de gránulos.

Actualmente se han desarrollado sistemas para el reciclaje de desechos plásticos heterogéneos, en ellos se evita la producción de gránulos, lo que es tradicional en los procesos de materiales homogéneos, llevados a cabo con lavado, extruido y granulado. En el proceso para los materiales heterogéneos se aprovecha el material fundido, ahorrando energía mediante el uso inmediato para la producción de artículos como pueden ser defensas para automóvil, mesas, vigas, etc.

El proceso comprende cuatro etapas:

- Lavado
- Densificación
- Mezclado
- Moldeado

## LAVADO

Durante el lavado el material entra en una banda transportadora con detector de metales, y una cortadora sumergida en agua donde se elimina gran parte de tierra y suciedad, se desmenuza el material y posteriormente es transportado a los tanques de flotación donde es lavado y relimpiado. A continuación pasa a una centrífuga para su secado, soprándolo posteriormente en un silo con aire caliente, en donde se almacena.

## DENSIFICACION

El material almacenado en los silos alimenta aun densificador o compactador con dos rotores que calientan el plástico por fricción elevando la temperatura casi hasta su punto de fusión. De manera automática se inyecta agua fría, la cual provoca la formación de partículas aglomeradas que son expulsadas y transportadas a la unidad de mezcla.

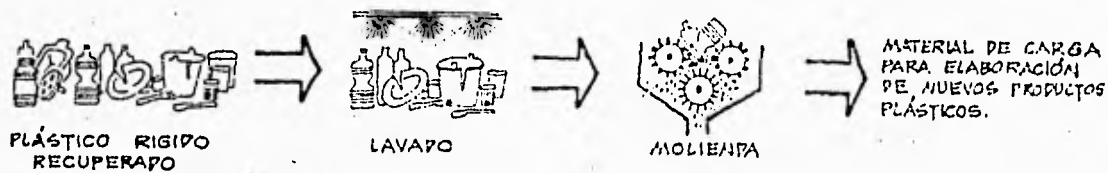
## MEZCLA

El material es introducido en dos silos de mezcla, en donde, si es necesario, se agregan materiales de otra procedencia (generalmente de desechos industriales) y si se requiere en esta etapa son también agregados los colorantes. Se pueden cambiar las formulaciones o colores en un silo mientras que la moldeadora es alimentada por otro mezclador, sin interrumpir la producción.

## MOLDEO

La moldeadora es del tipo de intrusión. Una extrusora plastifica y mezcla el material inyectándolo en un molde concéntrico con el husillo. En la zona más alejada del molde se encuentra un respirador; cuando el material comienza a salir, el molde está lleno y un censor cierra la extrusa abriendo una válvula de derivación en el círculo hidráulico del motor. El sistema provee 10 moldes sobre un carrusel que rota dentro de tanques de enfriamiento llenos de agua. Cuando un censor indica que un molde está lleno un flujo de aire comprimido vacía el molde que está por entrar. Todo el proceso es automático y un solo operario puede manejar de 3 a 4 máquinas.

Productos que pueden obtenerse destacan: Señales viales, contrafuertes de protección contra la erosión del mar, pasarelas de puentes, corrales para aves y ganado, pavimentación de porquerizas, cajones para plantas en parques y muchos otros.



Esquema: Proceso del Reciclado del Plástico

## **3.2 PAPEL**

### **3.2.1 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 y el cartón pueden también ser producidos a partir de papel y cartón reciclados.

### **3.2.2 Procesamiento de las materias primas.**

La madera mediante procesos mecánicos y químicos se convierte primero en pulpa celulósica y después en papel cartón. Estos procesos requieren usar energía eléctrica, productos químicos y agua. Algunas plantas convierten los desperdicios de madera en energía eléctrica, con lo 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 del oxígeno que requiere la vida acuática. Más aun, el cloro puede dar lugar a la formación de dioxinas. Sin embargo, las empresas de celulosa y papel del mundo entero están invirtiendo enormes cantidades de dinero en investigación y modificaciones a plantas antiguas, tendientes 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.

### **3.2.3 Manufactura o conversión de los envases.**

Para poder ser utilizado como envase de alimentos, el papel se modifica o se combina con otros materiales tales como parafina, plásticos (polietileno) u hojas metálicas. El papel puede ser procesado de manera que sea impermeable a los gases, la grasa, el agua o la humedad. También pueden dársele tratamientos 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 del papel son su ligereza y maleabilidad, es decir, que pueda tomar diferentes formas con facilidad.

### **3.2.4 Proceso de envasado y 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.

### **3.2.5 Distribución y venta.**

El papel es muy ligero, lo cual favorece al ahorro de energía y la reducción de emisiones de gases contaminantes durante el transporte del producto.

### 3.2.6 Manejo del residuo

#### REDUCCION 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 implantados para garantizar la supervivencia y el vigor de los bosques. En Suecia y Finlandia se plantan tantos árboles cada año que crece más madera que la que se corta; es decir, existen ganancias netas de áreas boscosas.

#### 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, etc.) 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 cortar entre 15 y 17 árboles<sup>6</sup>. 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.

---

<sup>6</sup> Fuente: Series Monográficas editadas por la desaparecida Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).



PAPEL	
Para producir 1 Ton de PAPEL, se requiere consumir las siguientes cantidades de materias primas y energía:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1845.10 Kg</li> <li>● 108.06 Kg</li> <li>● 180.11 Kg</li> <li>● 38.02 Kg</li>   <li>● variable</li>   <li>● 100 114.761</li> <li>● 30.86</li> </ul>	madera cal(CaO) sulfato de sodio carbonato de sodio anhidro.  aditivos, como almidón, resinas, lumbre, dióxido de titanio, bentonita, caseína, cera, etc.  agua millones de BTU de energía.
Se requiere también de dar tratamiento o eliminar lo siguiente:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 42.02 Kg</li> <li>● 18.01 Kg</li> <li>● 88.05 Kg</li> </ul>	contaminantes del aire. contaminantes del agua. desechos sólidos.
La cantidad de recursos que se ahorran al reciclar una tonelada de papel son los siguientes:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dejar de talar aproximadamente 17 árboles medianos.</li> <li>● Ahorrar 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).</li> </ul>	

TABLA 3 - 1<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Series monográficas de SEDESOL

## **INCINERACION CON RECUPERACION DE ENERGIA**

El papel es combustible y tiene un alto valor calorífico para propósitos de incineración tendiente a recuperar la energía contenida en el residuo.

## **DISPOSICION 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 hechas con metales pesados, los cuales podrían contaminar las aguas freáticas.

## **DEGRADABILIDAD**

El papel es biodegradable. Sin embargo, la rapidez de la 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, metano y agua, así como otros compuestos orgánicos menores. El dióxido de carbono es un importante "gas de invernadero" que contribuye al calentamiento global.

Las preocupaciones Ambientales y las Fuerzas Económicas Impulsan el Desarrollo de Tecnología para el Reciclado.

La fibra reciclada de papel está convirtiéndose cada vez más importante en la fabricación de papel por una gran variedad de razones. En aquellos lugares del mundo donde la oferta de madera es limitada, la estrategia es enfocarse a maximizar su valor. Las cifras internacionales muestran una correlación de la fibra reciclada con los países donde existen recursos madereros limitados.

En muchas partes del mundo, incluyendo los E.U.A. las fuerzas tradicionales son la calidad y los costos. En muchos de los papeles de alta calidad, se ha alcanzado un punto donde los avances en la mejora del producto no pueden ser percibidos por el consumidor. Para este tipo de productores el reto es mantener esa calidad a menor costo de producción.

En el caso de los papeles de baja calidad, la fuerza económica se enfoca a incrementar la calidad manteniendo los costos constantes. En ambos lados del espectro, los fabricantes de papel están contemplando a la fibra reciclada como un elemento valioso para ayudar a enfrentar los retos de la industria.

En México el reciclado de papel se encuentra muy desarrollado, esto se hace notar inclusive con los actuales sistemas de recolección en los que se separa inmediatamente, ya que al mezclarse con la basura orgánica se contamina y humedece lo que destruye su valor y le impediría llegar al importante sistema informal de acopio, que actualmente le permite llegar a sus procesos de reciclado, siendo el cartón el material con mayor susceptibilidad de recuperación.

En el caso del papel, las mayores fuentes de generación son institucionales, por ejemplo: las oficinas públicas y privadas donde se generan grandes cantidades de este insumo, el cual en estas condiciones es fácilmente recolectable en condiciones óptimas. El desperdicio industrial también representa una gran fuente que actualmente se aprovecha en proporciones altas como pudo constatarse directamente con los líderes de la industria de las artes gráficas.

### **3.2.7 Proceso del reciclado de papel**

Este proceso consiste en una serie de operaciones simples, que se encuentran interrelacionadas con procesos químicos, y por ello conviene analizarlo en forma independiente.

Un buen diseño de proceso debe considerar la interacción de los procesos físicos y químicos e integrarlos en etapas a través de un sistema eficiente. Estas etapas pueden ser descritas en el orden siguiente:

- Abasto de papel
- Defibrado
- Remoción de Contaminantes
- Remoción de Tintas
- Blanqueado

#### **ABASTO DE PAPEL**

Es fundamental reconocer la importancia del abasto, incluyendo la selección, el almacenaje, y el control de calidad, ya

que existen diferentes calidades con precios ampliamente aceptados (es común que los proveedores no cumplan con la calidad o con las especificaciones prometidas), también la rotación del inventario es fundamental ya que por ejemplo los periódicos viejos, se demeritan en forma importante por el contacto con la luz y el aire por lo que de manera ideal se deben reciclar antes de seis meses.

### **DEFIBRADO**

En este proceso se usan equipos productores de pulpa, que tradicionalmente trabajaban con mezcla de baja consistencia (5% a 8%) y su principio mecánico es la trituración por fricción; éstos están siendo sustituidos por unidades de alta consistencia (10% a 15%) que no trabajan a base de fricción, si no con grandes rotores helicoidales de gran corte e interacción entre fibras, que se encuentran dispuestas en unidades tubulares en los que la pulpa circula por gravedad.

En este tipo de equipo la tinta puede ser dispersada en partículas muy pequeñas que se pueden redepositar en las fibras, propiciando la pérdida de brillo lo cual puede evitarse triturando sólo al punto de defibración.

### **REMOCION DE CONTAMINANTES**

Los elementos a remover consisten principalmente, en partículas de plástico, adhesivos de todos tipos, partículas de vidrio y de metal, los cuales deben ser removidos del sistema lo antes posible para evitar que se fragmenten.

El proceso que se usa es el tamizado con mallas muy finas, y la tecnología es por lavado inverso.

La remoción de contaminantes pesados se logra con el uso de limpiadores, aplicados en el mismo sentido del flujo de la fibra; los limpiadores también pueden remover contaminantes *ligeros* en una sola etapa, mediante el uso de una centrífuga accionada mecánicamente.

### **REMOCION DE TINTAS**

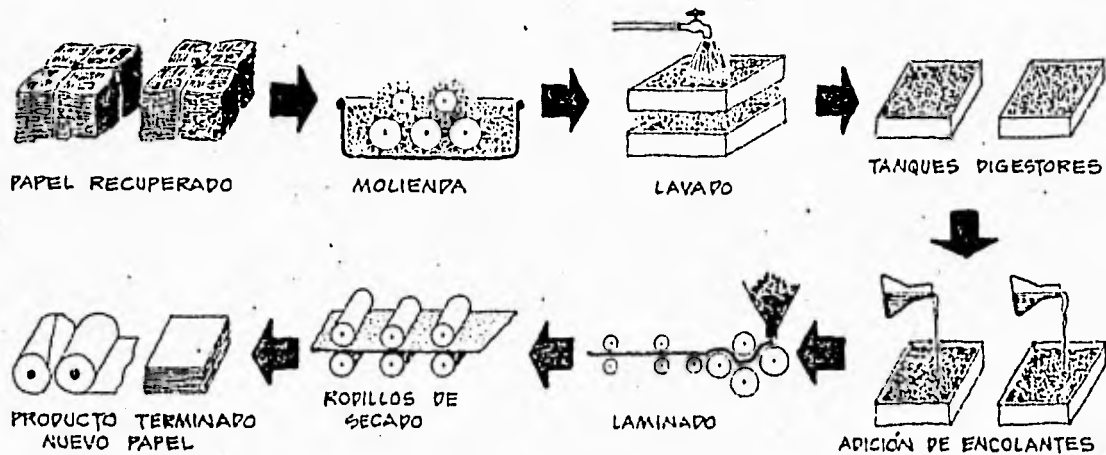
Esto se logra, con procesos mecánicos y químicos combinados en el productor de pulpa, los sistemas de lavado (químico) remueven la tinta una vez en suspensión, siempre que las partículas de tinta tengan el tamaño adecuado (abajo de 10 micrómetro) esto también es válido para materiales con alto contenidos de cenizas.

El proceso de flotación (mecánico) se basa en un principio de colección, para lo cual se emplean sopladores que producen burbujas de tamaño controlado y la remoción se obtiene en la superficie.

Es necesario considerar que los que agentes químicos que favorecen la dispersión tiene principios opuestos con los que favorecen la colección, para lo cual la industria ha desarrollado químicos que balancean ambas necesidades; actualmente los procesos de aereación mecánicos están siendo sustituidos por flujos hidráulicos a través de dispositivos estáticos.

## BLANQUEADO

Este proceso se efectúa en forma gradual dependiendo de las necesidades de brillo del producto terminado. Para papeles de bajo brillo se logran con un enjuague de hidrosulfito de sodio. Con mayores necesidades de brillo se emplea adicionalmente otro enjuague con peróxido de alta consistencia.



Esquema: Proceso del Reciclado de Papel

## **TENDENCIAS DEL PAPEL Y CARTON COMO MATERIAL DE EMPAQUE**

A pesar del interés en el reciclaje de empaques, han habido pocas muestras de crecimiento de la calidad en el sector de cajas de cartón. La resistencia a la grasa o al agua, dada por lo general por un recubrimiento con cera, o con una capa termoplástica, se ofrece ahora a través de compuestos de flúor que tratan cada fibra en forma individual. La capacidad de estos valores tratados para hacer engomados convencionalmente y reciclados, ha provocado un resurgimiento por su interés.

Es poco probable que el papel como fuente renovable y reciclable, como hojas o cartones, sufra alguna reducción significativa en su empleo como material de empaque.



**Especificaciones para papel y Cartón Reciclado<sup>1</sup>**

Número de Calidad	Clase	Descripción	Material Prohibidos <sup>2</sup> porcentaje	Total [%] calidades inferiores <sup>3</sup>
1	Papel mezclado	Consiste en una mezcla de diversas calidades de papel no limitado al tipo de embalaje o contenido de fibra	2	10
6	Papel periódico	Consiste en periódicos embalados que contienen menos del 5% de otros papeles	0.5	2
7	Papel de periódico especial	Consta de periódicos embalados seleccionados frescos y secos, no quemados por el sol, libres de papel que no sea periódico, no contiene más que el porcentaje normal de secciones fotograbadas y coloreadas	Ninguno permitido	2
11	Ondulado	Consiste en recipientes embalados ondulados. Los recipientes tiene recubrimientos de test liner, yute o kraft	1	5
38	Papel de cuentas seleccionado y coloreado	Consiste en hojas de pasta mecánica al bisulfito o sulfato, de escribir y otros papeles que tienen un contenido similar de fibra y relleno. Esta calidad debe estar libre de papel tratado, satinado, acolchado o muy impreso.	Ninguno permitido	2
40	Papel de cuentas blanco seleccionado.	Consiste en hojas, libros gullotinados, recortes de pastas mecánicas al bisulfito o sulfato, de escribir y otros papeles que tienen un contenido similar de fibra y relleno. Esta calidad debe estar libre de papel tratado, satinado, acolchado o muy impreso.	Ninguno permitido	2
42	Papel de informática.	Consiste en papeles blancos de pasta al sulfito o sulfato en formas fabricadas para usar en máquinas procesadoras de datos. En calidad puede contener franjas coloreadas e impresiones de ordenador y no puede contener más del 5% de pulpa de madera en el embalaje. El papel debe estar libre de tratamiento y satinado.	Ninguno permitido	2

<sup>1</sup> Adaptado de las especificaciones del Paper Stock Institute.

<sup>2</sup> Materiales que podrían dañar el equipamiento de procesamiento.

<sup>3</sup> Papeles no aptos para su consumo en la calidad especificada

**TABLA 3 - 2**

## **3.3 VIDRIO**

### **3.3.1. Adquisición de 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 el 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).

### **3.3.2 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.

### **3.3.3 Producción o conversión de los envases.**

El reciclaje del vidrio comienza desde la recolección ordenada del producto a reciclar, después de la obtención de una

cantidad importante del producto se pasa al proceso de trituración, para terminar con una mezcla de materia triturada y materia prima en porcentajes según lo requiera el producto a fabricar.

### **3.3.4 Proceso de envasado o llenado.**

En la limpieza y esterilización de las botellas rellenables es necesario utilizar detergentes poderosos y grandes cantidades de agua potable. Este proceso 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.

### **3.3.5 Distribución y recolección.**

Los costos de transporte son elevados debido al peso y a la variedad de formas que hacen ineficiente el manejo de los envases de vidrio.

Hay algunas industrias que aprovechando su sistema de distribución recuperan un porcentaje importante de sus envases, mientras que industrias como la del vidrio que surte a la industria automotriz y a la industria alimenticia no se preocupa por la recuperación de sus productos.

### **3.3.6 Manejo del residuo**

#### **REDUCCION DE ORIGEN.**

Desde la década de los años 60's, el peso de los envases de vidrio ha disminuido considerablemente, debido a la reducción del espesor de los envases.

#### **REUTILIZACION.**

A menos que las botellas de vidrio se reutilicen muchas veces, se convierten en una gran cantidad de desecho 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.

#### **RECICLAJE.**

El vidrio es un producto 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, normalmente se debe seleccionar, por color, con el propósito de reutilizarla en la producción de nuevos envases.

La mezcla de pedacería con materias primas vírgenes, en proporción de 30% a 70% resulta de gran beneficio al reducirse la cantidad de energía utilizada para su fundición, se funde en hornos a temperaturas considerablemente inferiores a las requeridas para 100% de materia prima virgen. El uso de vidrio

de desecho 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 del 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 y vidrio en baterías de cocina para altas temperaturas.

Los usos que se pueden dar a los materiales recuperados son: La industria de fibra de vidrio utiliza vidrio triturado como parte del proceso de fabricación; el vidrio no seleccionado por el color es aceptado para la fabricación de glassphalt y materiales de construcción.

### **Descripción del proceso**

1. Se colocan los envases de desecho en una banda transportadora en la cual se realiza la clasificación manual del vidrio según su color.
2. Los materiales no reciclables son separados manual o automáticamente y depositados en un contenedor aparte.
3. Se transporta el material a un proceso de lavado donde se desprende de tierra y piedras.
4. El material es secado y posteriormente molido en una trituradora, después se mezcla con materia prima virgen.

5. Por último se funde para la fabricación de nuevos envases.

<b>VIDRIO</b> Para producir 1 Ton de VIDRIO, se requieren las siguientes cantidades de materias primas y energía:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 665.40 Kg</li> <li>● 216.63 Kg</li> <li>● 216.63 Kg</li> <li>● 75.75 Kg</li> <li>● 16.75 Kg</li> </ul>	arena sílica (óxido de silicio). carbonato de sodio anhidro. piedra caliza ( carbonato de calcio). feldespato. millones de BTU de energía.
Se requiere también dar tratamiento o eliminar lo siguiente:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 192.12 Kg</li> <li>● 4.01 Kg</li> </ul>	residuos de minería. contaminantes del aire.
Al utilizar una mezcla de 50% de vidrio reciclable y 50% de materias primas vírgenes, se consiguen los siguientes ahorros:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 50%</li> <li>● 79%</li> <li>● 14%</li> </ul>	del consumo de agua. de los residuos mineros. de los contaminantes del aire.

TABLA 3 - 3<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Series monográficas de SEDESOL

## **3.4 ALUMINIO**

### **3.4.1 Adquisición de materias primas.**

Las latas de aluminio se aceptan en programas de recogida, en centro de recompra, en centros de recogida para el reciclaje y también las aceptan los chatarreros. Algunos estados tienen depósitos obligatorios para recipientes de bebidas y han establecido centros de devolución en los supermercados. Los chatarreros también compran artículos de aluminio fundidos y forjados, tales como muebles de jardín, tuberías, contrapuertas, umbrales, marcos de ventanas, recubrimientos, canalones, herramientas eléctricas y piezas de baterías de cocina. Los fabricantes de aluminio completan el ciclo a través de contratos con recicladores independientes, desmontadores de automóviles y otros fabricantes de aluminio. Las aleaciones y la chatarra de aluminio que no proceden de recipientes no se aceptan junto con las latas porque las latas de aluminio son de una aleación especial.

### **RECICLAJE**

Principalmente la materia que se recicla, son las latas de aluminio. Primeramente las latas que se entregan en los centros de recogida se aplastan, se empaquetan y se transportan hasta las fábricas o las plantas de recuperación regionales, donde las latas se trituran para reducir su volumen. En la planta de recuperación, primero, se calientan las latas trituradas en un proceso de deslaminado para separar los revestimientos y la humedad, cargándose después en un horno de refundición. El metal fundido se forma en lingotes de 15000kg o más, que se transfiere a otra fábrica y se lamina. Las láminas se envían a

plantas que fabrican recipientes, donde se cortan en discos a partir de los cuales se forman las latas. Se imprime el logotipo del fabricante de bebidas en la lata y se transportan (con las tapas separadas) hasta la planta de relleno.

ALUMINIO	
Para producir 1 Ton de ALUMINIO se requieren las siguientes cantidades de materias primas y energía:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 4385.63 Kg</li> <li>● 510.31 Kg</li> <li>● 483.29 Kg</li> <li>● 163.60 Kg</li> <li>● 119.07 Kg</li> </ul>	bauxita (óxido de Aluminio hidratado). coque (carbón de piedra). carbonato de sodio anhidro. alquitran. cal.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● variable</li> </ul>	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).
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 217.11</li> </ul>	millones de BTU de energía.
Se requiere también dar tratamiento o eliminar lo siguiente:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1646.00 Kg</li> <li>● 1450.86 Kg</li> <li>● 40.52 Kg</li> <li>● 394.74 Kg</li> </ul>	lodos rojos. dióxido de carbono. contaminantes del aire. desechos sólidos.
Reciclar el aluminio conduce a los siguientes ahorros:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 95%</li> <li>● 95%</li> <li>● 95%</li> </ul>	del consumo del agua. del consumo de energía. de contaminantes atmosféricos.

TABLA 3 - 4<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Series monográficas de SEDESOL



## **3.5 LLANTAS**

### **3.5.1 Adquisición de materias primas**

El hule o caucho es un polímero que pertenece a los elastómeros, por sus propiedades elásticas, tiene excelentes propiedades de resistencia y baja histéresis, la materia proviene del sangrado de un árbol (savia), manejado en forma de goma.

### **3.5.2 Procesamiento de las materias primas**

Dentro de la vulcanización se incorporan ingredientes para acelerar el proceso de reacción de la goma con el azufre, estos aceleradores son de dos clases los orgánicos que se encuentran en las sales de ditioácidos, sulfuro de tiuro y aldehidoaminas e inorgánicos que contienen la cal, el litargirio y otros compuestos de plomo.

### **3.5.3 Conversión de las llantas**

El desecho de las llantas ha sido un problema fuerte ya que algunas se venden como llantas usadas y solo una mínima parte son recicladas en materias primas para aplicaciones limitadas.

### **3.5.4 Posibilidades de reutilización y reciclaje**

Por lo general no hay especificaciones para el reciclaje de llantas usadas, porque muchas de las aplicaciones son nuevas y

no están desarrolladas completamente. Se han utilizado llantas para crear arrecifes, como barreras para controlar la erosión. Las llantas rotas se utilizan para fabricar diferentes productos como: percheros, cinturones, arandelas, zapatos.

### **3.5.5 Distribución y venta**

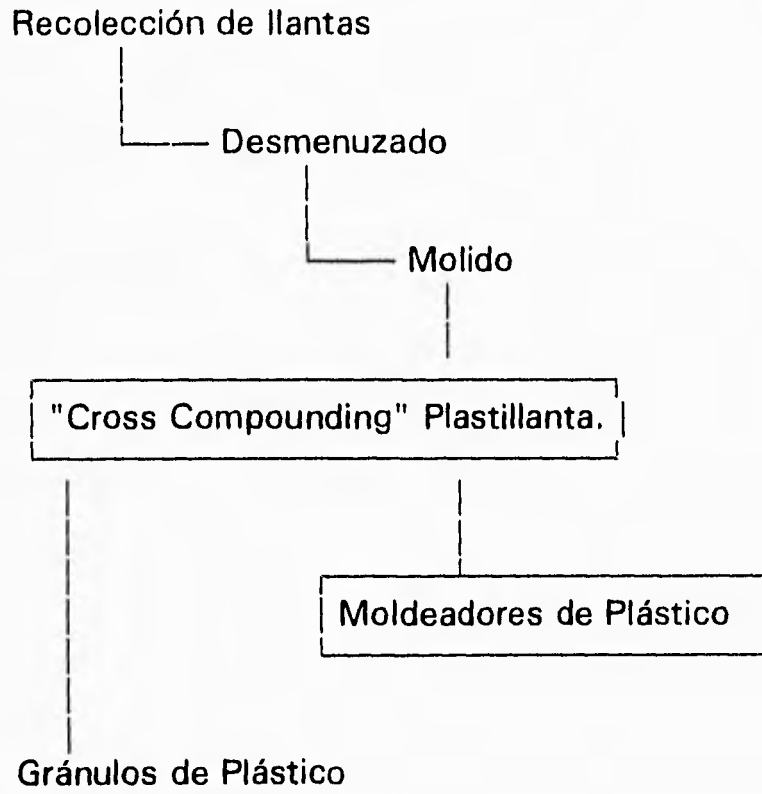
Por su alto poder calorífico se le utiliza como combustible para calderas como energético alternativo.

### **3.5.6 Manejo del residuo**

Los principales colectores de llantas son pequeños talleres mecánicos y vulcanizadoras que no tienen un sistema formal de recolección, su actividad principal se basa en la obtención de este material para su posterior venta o recubrimiento.

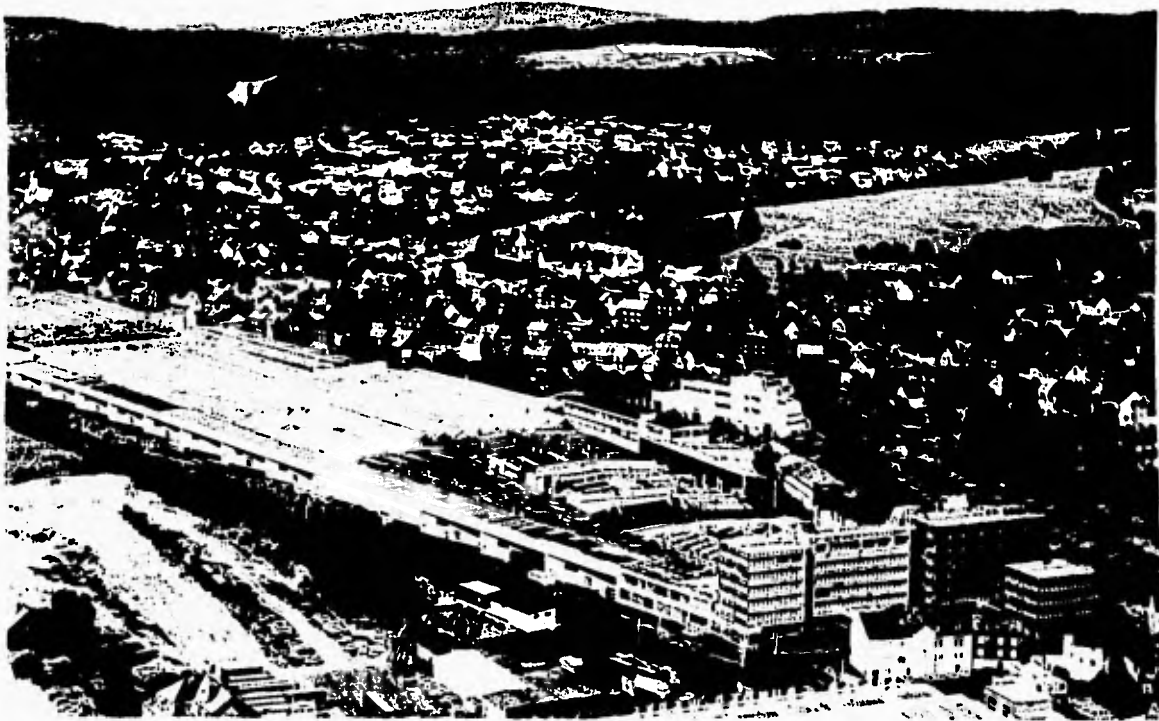
Actualmente se han buscado alternativas para el desarrollo de tecnologías capaces de realizar el proceso del reciclaje de llantas, logrando como resultado la obtención del producto llamado Plastillanta el cual ha mostrado una alta rentabilidad.

El diagrama del flujo del proceso se muestra a continuación:



## CAPITULO 4

### EMPRESAS CON FACTIBILIDAD DE UTILIZACION



Fuente: Revista Schäfer, Waste Technology for Worth Living

## CAPITULO 4

### EMPRESAS CON FACTIBILIDAD DE UTILIZACION

El reciclaje de los materiales encontrados en los desechos sólidos implica:

- 1) La recuperación de materiales del flujo de residuos;
- 2) El procesamiento intermedio, como puede ser la selección y la compactación;
- 3) El transporte y
- 4) El procesamiento final, para proporcionar materia prima para los fabricantes o bien un producto final.

Las principales ventajas del reciclaje son la conservación de los recursos naturales y del espacio de los contenedores; sin embargo la recolección y el transporte de materiales requiere cantidades sustanciales de energía y de mano de obra, e históricamente, la mayoría de los programas de reciclaje han tenido y tienen subvenciones económicas.

Los requisitos para el éxito de un programa son: la existencia de una fuerte demanda para los materiales recuperados y un valor de mercado para los materiales que sean suficientes como para cubrir los costos de energía y transporte.

Las industrias privadas que generan productos que utilizan grandes cantidades de materiales reciclados, deberían pagar por parte de los costos involucrados en el desarrollo de dichos mercados. Un ejemplo de esto es la legislación que obliga al consumo 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.

## **4.1 Principales industrias generadoras de Desechos Sólidos Reciclables (DSR)**

### **4.1.1. Industria extractiva.**

Entendemos como industria extractiva a aquella que tiene como labor de obtención y extracción de materias primas vírgenes o de primera extracción; de estas podemos incluir minas, cementeras, explotación forestal y agrícola.

### **4.1.2. Industria básica.**

Utilizan materia prima de la industria extractiva. Los desechos que genera tienen una composición más variable a la de la industria extractiva.

**Metales** : se componen por escoria y cenizas de altos hornos en el tratamiento de metales (aprox. 100 Tn. por día).

**Química** : en su mayoría son desechos que no cumplen con especificaciones; pueden ser cenizas con residuos minerales acumulados.

**Papel** : los desechos producidos por esta industria son en su mayoría reprocesados, otros incinerados o depositados en rellenos sanitarios.

**Plástico** : el material que resulta de desecho puede ocuparse en la industria de transformación o en la industria básica; donde al procesarse pueden generar laminas.

**Vidrio** : la gran mayoría de los desechos de esta industria son reutilizados excepto cuando en los desechos se ha mezclado vidrio de varios colores.

**Textil** : depende del material que se procese el tipo de desecho que produce; en ocasiones los desechos del hilado, tejido y recorte se utiliza como relleno.

**Producción de madera** : su desecho se utiliza por lo general para la producción de energía (calor), o comprimido.

**Energía** : cenizas de carbón.

Una de las cualidades de los desechos sólidos de la industria básica es que la mayoría de ellos pueden ser reutilizados en el mismo proceso en el que fueron generados.

### **4.1.3. Industrias de transformación y fabricación.**

Utilizan generalmente materia procedente la industria básica, pero también mucho de los desechos generados son de material de industria básica.

**Empaque** : varía según el proceso de producción.

**Automotriz** : en fabricación y envío de componentes especiales; y la ensambladora para la producción de un vehículo.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Electrónica** : produce desechos plásticos.

**Producción de papel** : esta industria produce desechos de alta calidad que pueden ser utilizados por otra industria.

**Industria de metales** : producen desechos procedentes del maquinado de herramientas.

**Procesamiento de alimentos** : los desechos de esta industria son putrescibles.

**Construcción** : en esta industria tenemos una gran gama de desechos que pueden ser aprovechados como el vidrio, alambre y papel.

## **4.2 Industrias económicamente factibles para el reciclaje**

Los mercados para los materiales recuperados existen solamente cuando los fabricantes o procesadores necesitan estos materiales o pueden ser usados como sustitutos rentables de materias primas; por tanto el mercado depende de la calidad de los materiales, de la capacidad global de la industria y del costo de las materias primas en competencia.

Las latas de aluminio se aceptan en programas de recolección en centro de recompra, en centros de recolección para el reciclaje y también las aceptan los chatarreros. Algunas partes tienen depósitos obligatorios para recipientes de bebidas y han establecido centros de devolución en los supermercados. Los chatarreros también compran artículos de aluminio



fundidos y forjados, tales como muebles de jardín, tuberías, contrapuertas, umbrales, marcos de ventanas, recubrimientos, canalones, herramientas eléctricas y piezas de baterías de cocina. Los fabricantes de aluminio completan el ciclo a través de contratos con recicladores independientes, chatarreros, otros fabricantes de aluminio y desmontadores de automóviles.

En las fábricas de papel siempre se han reciclado productos dañados y rechazados de transformadores (planta de fabricación de productos de papel) porque el material es de una composición conocida, normalmente sin impresión, y a menudo puede utilizarse como sustituto directo de la pulpa.

Los fabricantes de papel compran el papel residual usado basándose en la fuerza y el rendimiento de la fibra, y en el brillo, según el tipo de producto fabricado. La mayor parte del papel destinado se utiliza para producir papel de periódico, papel higiénico, servilletas, rollos de cocina y cajas de cartón de alta calidad.

El papel de periódico y el papel de mezclado se utilizan para fabricar cartón de yeso, material suelto de aislamiento y aislamiento espolvoreado, y papel saturado de fieltro para tejados. La fabricación de aislamientos de celulosa proporciona otra utilización posible para los periódicos usados como productos de construcción y envases de bienes de consumo.

Los plásticos reciclados generalmente se utilizan para fabricar sacos de dormir, almohadas, edredones y ropa de invierno, tablas aislantes de polosocianato películas, correas, embalajes, plásticos para la industria del automóvil.

### 4.2.1 Análisis del mercado

En la comercialización de materiales reciclables. El desarrollo de mercados para el reciclaje de materiales tiene éxito cuando se ubica dentro de la perspectiva adecuada: la basura representa una oportunidad de negocio. Las utilidades de los mercados de 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 el riesgo de iniciar un negocio en el mercado de los materiales reciclables es convencerlo del potencial real de lograr utilidades en el procesamiento de los desechos y en la manufactura de nuevos bienes o bienes sustituidos, empleando materiales secundarios reciclables como insumo.

La industria establecerá plantas para procesar y utilizar los materiales de desecho, siempre y cuando esto presente una inversión rentable y no porque 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, 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 desea promover.

Los gobiernos municipales, estatales y federal, 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 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 ingresos 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 vehículo excelente para proteger el medio ambiente y evitar que el público se ahogue en sus propios desechos.

Es conveniente establecer una relación formal entre los diversos programas de fomento de mercados 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.

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 promuevan la imagen de los productos reciclados, este tipo

de estrategias pueden ser dos maneras eficaces de incrementar la demanda de dichos productos.

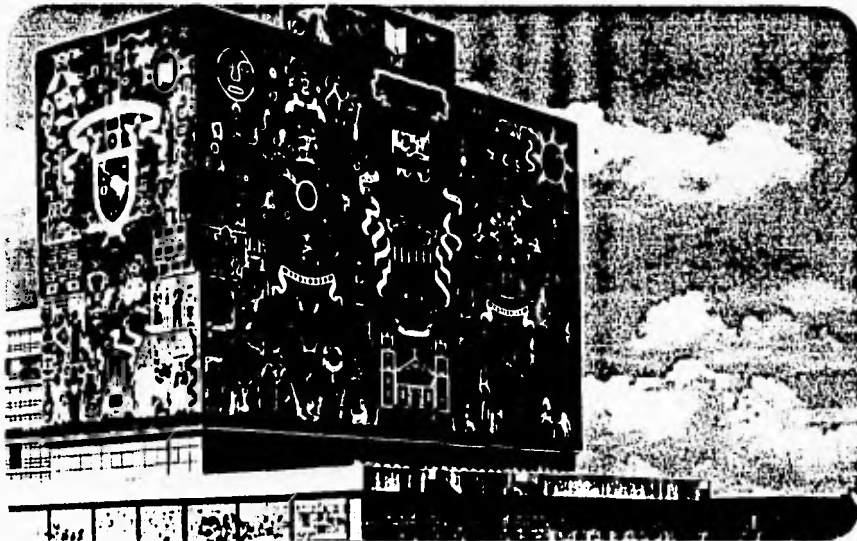
La comercialización de los materiales reciclables es el factor central en la toma de decisiones para el establecimiento de un programa de separación en la fuente y reciclaje de los desechos. La determinación de qué materiales reciclar, cómo separarlos y recolectarlos, cuánta preparación requieren y cómo lograr todo lo anterior, dependerá de las opciones que en su momento se presente.

Básicamente los productos que se pueden reciclar son los derivados de metales, plásticos, vidrios, papeles, cartones, textiles, madera, por lo que toda industria relacionada con éstos, son factibles de utilizar como materia prima en un nuevo proceso de fabricación.

Proseguiremos en el siguiente capítulo con la aplicación práctica como ejemplo de industria con factibilidad de uso (reciclaje de papel).

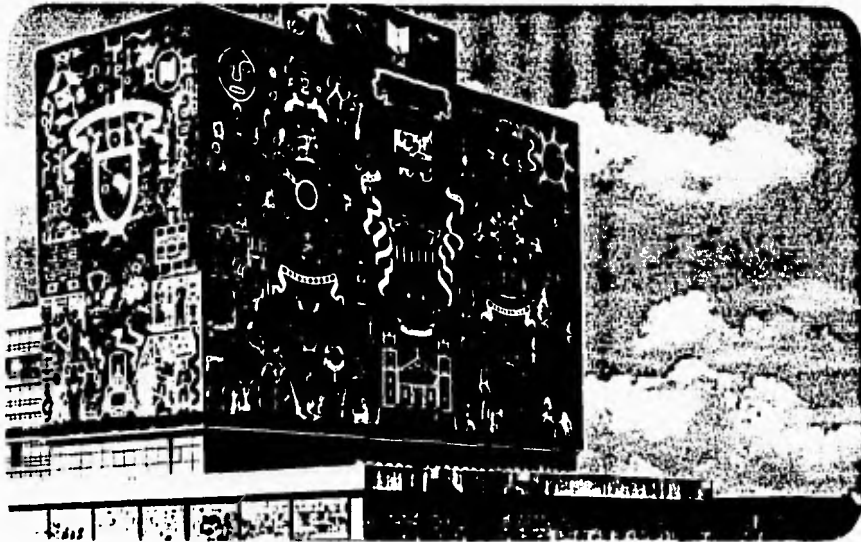
## CAPITULO 5

### PROPUESTA DE UNA PLANTA RECICLADORA DE PAPEL EN CIUDAD UNIVERSITARIA



## CAPITULO 5

### PROPUESTA DE UNA PLANTA RECICLADORA DE PAPEL EN CIUDAD UNIVERSITARIA



## CAPITULO 5

### PROPUESTA DE UNA PLANTA RECICLADORA DE PAPEL EN CIUDAD UNIVERSITARIA

#### 5.1 ANTECEDENTES:

En Ciudad Universitaria el proceso de recolección ha logrado captar una cantidad aproximada a las 36 toneladas de basura diariamente, entre las que encontramos todo tipo de desechos sólidos. Dentro del proceso de recolección se cuenta con la distribución de lugares, rutas y contenedores específicos que facilitan la labor abarcando una mayor área logrando más captación.

Este proceso cuenta con la siguiente distribución y tipos de contenedores:

- Bote de basura que se encuentra dentro de cubículos y oficinas.
- Bote de basura 6 que se encuentra en pasillos y andadores.
- Campanas exteriores que se localizan en explanadas, andadores y vialidades.
- Artesas<sup>10</sup> que se encuentran distribuidas en toda Ciudad Universitaria.

---

<sup>10</sup> En C.U. es un cajón fijo construido con bardas de piedra que se utiliza para almacenar un volumen apreciable de desechos.

La basura colectada en los botes de interiores es, generalmente transportada por el personal de intendencia hasta la artesa, y la basura colectada en las campanas es recogida en su mayor parte, por el personal de recolección de la Dirección de Obras y llevada directamente, hasta el camión recolector.

Los camiones recolectores entonces, colectan la basura de campanas y artesas, denominados contenedores finales, para transportarla hasta el centro de acopio (antiguo incinerador). En ocasiones, y dependiendo de la carga de trabajo, los camiones descargan la basura en el centro de acopio para poder cargar más durante sus horas de trabajo. Más tarde regresan al centro de acopio para cargar la basura descargada previamente y llevarla hasta la Estación de Transferencia de la Delegación Tlalpan o Coyoacán.

El sistema actual para el manejo de la basura presenta deficiencias, ya que genera malos olores y permite la reproducción de fauna nociva, además de causar una mala apariencia. Debido a la falta de capacidad del sistema actual, la basura se almacena durante días en las artesas, empeorando el problema.

La Dirección General de Obras cuenta con seis vehículos recolectores de basura:

- Dos camiones tipo volteo de  $6 \text{ m}^3$  cada uno.
- Un camión tipo volteo modificado para transportar aproximadamente  $8 \text{ m}^3$ .
- Un camión tipo cilindro (salchicha) de  $12 \text{ m}^3$ .
- Dos camiones tipo cilindro de  $15 \text{ m}^3$ .



Cada uno de ellos tiene una ruta asignada en la cual van visitando las artesas y campanas, para vaciarlas y limpiarlas. Generalmente, el turno diario que cumplen los camiones no es suficiente para vaciar todas las artesas de su ruta, por lo que la basura puede almacenarse durante días, manifestando irregularidad en la limpia de las mismas.

Los principales objetivos de este trabajo son:

- Conocer las cantidades de basura que se generan dentro de la Ciudad Universitaria, tipo y cantidad de desechos que se encuentran en ella.
- Conocer los procedimientos actuales del manejo de la basura para identificar situaciones que puedan ser mejoradas.

Una vez alcanzados los objetivos, será posible hacer recomendaciones técnicas sobre las cantidades generadas en diferentes lugares, sobre la mejor forma de manejar la basura para evitar los problemas mencionados previamente. También podrán hacerse recomendaciones sobre la posibilidad de reciclar algunas de las fracciones más importantes contenidas en la basura.

Con objeto de alcanzar los objetivos planteados se programaron actividades con dos grupos de personas, además del personal de planta de la Dirección General de Obras. Las actividades se realizaron durante una semana de labores en la Universidad.

Una persona del grupo de estudiantes becados por el PUMA y miembros del área de Educación Ambiental, se incorporó al equipo de trabajo de cada camión recolector para tomar notas sobre características de la ruta, observaciones generales para cuantificar la basura colectada. Actualmente, la recolección de basura se realiza en 6 rutas que son:

- Estadio Olímpico/Reserva Ecológica
- Circuito Interior
- Circuito Exterior
- Circuito Escolar
- Circuito de la Investigación Científica
- Centro Cultural

La forma de cuantificación de la basura recolectada se basó en la forma de trabajo rutinaria del personal encargado: La basura que se encuentra en las artesas se vierte por medio de palas manuales, en tambos metálicos de 200 litros, los cuales se cargan para ser vaciados en el camión. Para lograr los fines de este trabajo se contó el número de tambos requerido para vaciar y limpiar cada una de las artesas. Con base en la experiencia se estimó el peso promedio del contenido de los tambos en 30 kg. Esto último permite estimar una densidad promedio de la basura sin prensar de  $0.15 \text{ ton/m}^3$  ( $0.15 \text{ kg/l}$ ).

Otro grupo de 10 personas contratadas por el PUMA, con patrocinio de la Dirección General de Obras, y asesorados por una persona profesional del ramo, se ocuparon en la separación de los componentes considerados comercialmente importantes, contenidos en la basura que los camiones descargaban en el Centro de Acopio. Cada día, después de realizada la separación, personal del PUMA pesaba el material separado.

Por las tardes, después de haber terminado la separación y la cuantificación de la basura, los camiones de la Dirección General de Obras, cargaban nuevamente la basura para transportarla hasta la estación de transferencia de Tlalpan.

Las labores se iniciaron diario a las 6:00 horas para terminar, en promedio, a las 18:00 horas.

## RESULTADOS

### Recolección de Basura:

El procedimiento actual de recolección, implica que la basura de las artesas debe ser primero introducida en tambos metálicos de 200 litros, para posteriormente, poder ser cargados por una o dos personas hasta la altura de carga del camión, que nunca es inferior a 1.6 metros del piso, y donde otra persona recibe el tambor. Dependiendo del tipo del camión, la altura de carga varía entre 1.6 hasta 2.2 metros. En una artesa se pudieron contar 100 movimientos de carga (llenado de 100 tambos) desde la artesa hasta el camión que carga a 2.1 metros de altura del piso. El procedimiento demanda un gran esfuerzo físico para el personal y, además, implica el contacto directo de las partes del cuerpo con la basura. Por otra parte, la persona que recibe la basura dentro del compartimiento de prensado va, durante casi todo el recorrido, aspirando polvo, partículas y olores de la basura.

En el recorrido se lograron captar un 75 por ciento de toda la basura, incluyendo un margen de error del 10 por ciento por mediciones, además no se contemplo la ruta del Centro Cultural por razones laborales.

Resultados: Las cantidades diarias son de, aproximadamente 38 toneladas de residuos, lo cual equivale a un volumen sin prensar de 224 m<sup>3</sup> y prensado (por el camión) de 78 m<sup>3</sup> (35 por ciento del volumen sin prensar).

Cantidades de basura colectada en las diferentes rutas dentro de Ciudad Universitaria.

Rutas	Volumen Colectado [ m <sup>3</sup> ]	Peso [ Ton ]
Estadio Olímpico/Reserva Ecológica	162.07	24.32
Circuito Interior	249.09	37.37
Circuito Exterior	276.64	41.49
Circuito Escolar	146.87	22.04
Circuito Investigaciones	290.13	43.52
SUMA	1124.8	168.74

TABLA 5 - 1

En Ciudad Universitaria se recolectan enormes cantidades de basura de origen doméstico. Está se estima que representa aproximadamente del 40 al 50 por ciento del total.

## **Separación de fracciones reciclables**

Cuando se habla de fracciones reciclables se refiere a los materiales que comercialmente son manejados por compañías o personas dedicadas a esta actividad. Estas fracciones son:

- PAPEL Y CARTON.
- VIDRIO.
- ALUMINIO.
- OTROS METALES.
- PLASTICOS.

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de los materiales separados cada día de la semana. También muestran los valores de toda la semana, y los porcentajes que representan cada fracción, con respecto al total de basura colectada.

Se observa que las cantidades son extremadamente bajas, lo cual indica que, con excepción del vidrio, la basura que colecta el personal de la Dirección General de Obras ya se encuentra pepenada antes de la recolección. Se puede decir, entonces, que ya existen personas y procedimientos dentro de Ciudad Universitaria para seleccionar materiales comercialmente interesantes antes de que la basura sea colectada por los camiones.

Gran parte de la basura está formada por papel sucio y maltratado que no tiene valor comercial, por lo que no fue separado.

Fracciones y cantidades separadas de la basura colectada en Ciudad Universitaria.

FRACCION	Lunes	Martes	Mier.	Jueves y Viernes	SUMA (Kg)	SUMA (Ton)
Vidrio	658.5	476.4	502.35	511	2148.3	2.14
Papel	79.45	510.3	366.1	164.7	1120.5	1.12
Cartón	422.85	369	376.5	180	1348.3	1.35
Aluminio	17.7	18.3	20.7	8.4	65.1	0.06
Metal	44.1	--	38.1	31.2	113.4	0.11
Plástico	148.8	40.8	85.9	50.4	325.9	0.32

TABLA 5 - 2

## 5.2 Justificación de la Propuesta

Después de tener la información anterior nos dimos a la tarea de investigar las cantidades de papel y cartón que consume la Universidad Nacional Autónoma de México, para obtener el dato aproximado del gasto y las características de dichos productos.

Para apoyar la investigación obtuvimos información de la Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M., quienes nos otorgaron las cantidades que consume la institución en un período de cuatro meses, de esta manera calculamos el peso aproximado del material y posteriormente obtener el costo del mismo.

Las tablas obtenidas son las siguientes:

<b>Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.</b>		
Artículo	Especificación	Paquetes / Piezas
Pastas	Engargolar Tamaño Oficio	184 / 50
	Engargolar Tamaño Carta	1087 / 50
Etiqueta	Adhesivas	1433 / 80
Cajas	Cartón/Archivo Muerto/Tamaño Carta	126 / 10
	Cartón/Archivo Muerto/Tamaño Oficio	398 / 10
Total consumido = 3,228 / 183,430		

TABLA 5 - 3

Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.		
Artículo	Especificación	Millares
Papel minuta		640
Papel bond bco.	Carta	111
	Fotocopia	39687
	Escudo	393
	Tamaño Memorándum	190
	Fino Blanco con Escudo	953
P / Servicio	Aéreo	145
P / Mimeógrafo	Carta	575
	Oficio	194
	Fotocopia	6884
	Examen	1395
Tarjeta	20 x 2.5	403
	12.3 x 7.5	1152
	Pardojo	100.6
	Papel rotópica	188
	Registro de publicaciones	196
	Media carta	3
	Préstamo libro	78
Folder	Oficio	3535
	Carta	4097
Carpeta	Expediente	82
Total consumido = 61,001.6		

TABLA 5 - 4



<b>Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.</b>		
Artículo	Especificación	Unidades
Block	Taquigrafía	9023
Libreta	Forma Francesa	8432
	Con Índice	4686
Varios	Rollo de Papel Blanco	285
	Rollo de Papel P/Fax	2232
	Rollo de Papel 5.8 pulg.	408
	Registro para correspondencia	4503
Total consumido = 29,569		

TABLA 5 - 5

Artículo	Especificación	Juegos / Blocks
Formas	Requisición de Compra	95 / 25
	Solicitud Cobertura de Plaza	25 / 50
Total consumido = 120 / 3,625		

TABLA 5 - 6

<b>Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.</b>		
Artículo	Especificación	Paquetes / No. de pzas.
Sobre	Blanco fino	1490 / 100
	Papel manila	1292 / 100
	Manila amarillo	1750 / 100
	Servicio aéreo	243 / 100
	Papel amarillo	600 / 100
	Servicio	36 / 100
	C/Ven. oficial	504 / 100
	C/V of. M. Ama	157 / 100
	Multiusuario	52 / 25
Total consumido = 6124 / 608500		

TABLA 5 - 7

<b>Dirección General de Proveeduría de la U.N.A.M.</b>		
<b>Artículo</b>	<b>Especificación</b>	<b>Paquetes y cajas / Juegos</b>
Formas	Unica/Mov./Personal	5 / 300
	Unica/Mov./Personal	50 / 677
	Recibo de Prestación	101 / 25 (x4)
	Continuas Computadora	25 / 1000
	Cont/Comp 15 x 11 plug.	1 / 1000
<b>Total consumido = 182 / 63,875</b>		

TABLA 5 - 8

<b>Artículo</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cajas / Hojas</b>
Formas	Continua/Computadora/chico	40 / 3000
	Continuas 9.5x11	72 / 3000
	Sencillas	382 / 300
	Continuas para Computadora	40 / 3000
	Continuas 15x8.5mm	5920 / 3000
<b>Total consumido = 6,454 / 19,146,000</b>		

TABLA 5 - 9

<b>Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.</b>		
<b>Artículo</b>	<b>Especificación</b>	<b>Blocks / Juegos</b>
Formas	Solicitud de Redistribución	10 / 32
	Prórroga	10 / 20
	Cambio de Calidad Migratoria	11 / 20
	Contrato de prestación de servicios	225 / 11
	Solicitud de Promociones	11 / 25
	Gastos a reserva de Comprobación	42 / 25
	Pago / Honorarios	125 / 25
	Solicitud a pago Guardería	125 / 25
	Monedación	206 / 25
	Revisión de Descuentos	28 / 25
	Ampliación de Actividades	20 / 19
	Permiso de Internación	9 / 20
Total consumido = 822 / 17,200		

TABLA 5 - 10

<b>Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.</b>		
Artículo	Especificación	Juegos
Formas	Papel para Curriculum Vitae	875
	Guía Alfabética T / Oficio	1035
	Guía Alfabética T / Carta	327
	Carpeta Fina	3814
	Solicitud de Autorización	30
	Registros Correspondencia	21310
	Carpeta Fina de Cartulina	21581
Total consumido = 48,972		

TABLA 5 - 11

Artículo	Especificación	Paquetes / Hojas
Tarjetas	Préstamo de Libros	78 / 1000
Varios	Esquinero ( Colores )	245 / 1000
	Cartulina Bristol Blanca	191 / 250
Formas	Registro Mov. Almacén	177 / 100
	Control de Existencias	49 / 100
Etiquetas	Continuas 81 x 37 mm	119 / 1000
	Continuas 102 x 37 mm	579 / 1000
Total consumido = 1,438 / 1,091,350		

TABLA 5 - 12

<b>Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.</b>		
Artículo	Especificación	Blocks / Hojas
Papel tabulado	7 columnas	350 / 50
	6 columnas	150 / 50
	18 columnas	176 / 50
	14 columnas	106 / 50
Formas	Instructivo/Encu	114 / 100
	Prest/Interbibli	743 / 25
	Múltiples Gastos	939 / 25
Blocks	21.5 x 14 cm	585 / 50
	Rayado Amarillo	374 / 50
	Cubo/Apuntes	570 / 500
Total consumido = 4,107 / 425,500		

TABLA 5 - 13

Dirección General de Proveduría de la U.N.A.M.		
Artículo	Especificación	Blocks
Formas	Solicitud de Compra	77
	Registro/Solicitud/Compra	7
	Braticas	76
	Orden de compra	15
	Profesores Multados	61
	Trabajo de Campo	99
	Sol./Vale/Abastecimiento	203
	Requisición de Compra	128
	Propuesta / Candidato	12
	Recibo de Honorario	723
	Registro de salida	5
	Registro de entrada	39
	Dictamen de Rechazo	120
	Solicitud de Gratificación	16
	Reporte/Deposito/Moneda Extranjera	500
	Revalidación Asilado	4
	Cambio de Abscripción	16
	Carta Poder	456
	Constancia de Empleo	30
	Devolución de Libros	725
Total consumido = 3,312		

TABLA 5 - 14

De las tablas obtenidas de la Dirección General de Proveduría calculamos la cantidad en kilogramos de papel y cartón que consume la Universidad en el período ya mencionado; con esto proseguimos a indagar costos en compañías papeleras mayoristas para así obtener un precio estimado de consumo los datos son los siguientes :

PAPEL		CARTON	
PESO [Kg]	PRECIO [N\$]	PESO [Kg]	PRECIO [N\$]
185,224.0	2,752,776.60	370,551.0	8,522,672.6
2,479.67	74,035.86	1,900.9	43,720.7
7,302.0	280,605.43	877.22	20,176.06
543.75	8,081.14	4,963.63	114,163.48
853.48	12,684.31	2,407.9	55,381.7
690.05	10,033.7	--	--
69,308.52	1,030,054.8	--	--
1,041.5	19,937.21	--	--
1,540.31	22,891.9	--	--
264.96	3,937.8	--	--
TOTAL		TOTAL	
269,248.24	4,215,038.75	380,700.65	8,756,114.5

TABLA 5 - 15

Tomando en cuenta éstos datos, el total de papel y cartón que consume la U.N.A.M. es de 649,948.89 Kg. en un período de cuatro meses, al dividirlo entre el número de días laborables el consumo diario es de 6,499.48 Kg. (cada mes de 25 días).



Para reforzar la justificación del proyecto, consideramos conveniente utilizar un método de investigación para la búsqueda de información denominado Método Delphi.

### **El Método Delphi**

Es una herramienta de prospectiva y se utiliza como un sistema de comunicación para definir políticas (entendidas éstas como la búsqueda y formación de metas) en los negocios y las universidades. El Delfos se aplica en la construcción de modelos normativos mediante la búsqueda de lo que sería deseable.

Se basa principalmente en los siguientes puntos:

- 1.- Se eligen diversos expertos a consultar.
- 2.- Se administra un cuestionario.
- 3.- Síntesis y procesamiento de respuestas con vista a la retroalimentación.
- 4.- Clasificación de la información.
- 5.- Síntesis e informe final.

**Nota:** El método indica la aplicación de varios cuestionarios, teniendo como objetivo depurar la información. En nuestro estudio al aplicar el primer cuestionario el enriquecimiento del tema y lo cerrado de las respuestas en el momento de la entrevista fue suficiente para decidir que de seguir aplicando más cuestionarios sólo se caería en obtener el mismo tipo de respuestas.

Aplicamos el método para la búsqueda de alternativas y puntos de vista, que nos ubicaran en una estructura sólida, así como para recibir asesoría en la toma de decisiones para alcanzar los objetivos de nuestra propuesta.

Propuesta de una Planta de Reciclaje de Papel en C.U.  
Encuesta Realizada para la Aplicación del Método Delphi

1. ¿Qué sabe del reciclaje del papel?
2. ¿Creé que es rentable el reciclar papel?
3. ¿Qué limitantes cree que se puedan presentar para la recolección y reciclaje de papel?
4. ¿Qué tan factible cree usted que sea tener una planta de reciclaje de papel en C.U.?
5. ¿Creé usted que los alumnos colaborarían para el fomento de esta actividad?, ¿Por qué?
6. ¿Qué opciones sugiere para integrar a la comunidad universitaria en el proyecto?
7. Sugerencias a nuestra propuesta.

CUESTIONARIO 1

Aplicamos el método para la búsqueda de alternativas y puntos de vista, que nos ubicaran en una estructura sólida, así como para recibir asesoría en la toma de decisiones para alcanzar los objetivos de nuestra propuesta.

Propuesta de una Planta de Reciclaje de Papel en C.U.  
Encuesta Realizada para la Aplicación del Método Delphi

1. ¿Qué sabe del reciclaje del papel?
2. ¿Creé que es rentable el reciclar papel?
3. ¿Qué limitantes cree que se puedan presentar para la recolección y reciclaje de papel?
4. ¿Qué tan factible cree usted que sea tener una planta de reciclaje de papel en C.U.?
5. ¿Creé usted que los alumnos colaborarían para el fomento de esta actividad?, ¿Por qué?
6. ¿Qué opciones sugiere para integrar a la comunidad universitaria en el proyecto?
7. Sugerencias a nuestra propuesta.

## CUESTIONARIO 1

## **Resultados del Delphi**

**I.Q. José Luis Morales Salvatierra**  
**Facultad de Química U.N.A.M.**

### Conclusiones

1. Es rentable.
2. Dar información a la comunidad universitaria sobre el proyecto del reciclaje de papel en C.U.
3. Buscar las ventajas que se tendrán como alumno al reciclar el papel en C.U.
4. Recomendación : Solo llegar al proceso de obtención de la fibra, por el costo que implica el proceso completo.

**M.I. Antonio Cordero Hogaza**  
**Facultad de Ingeniería U.N.A.M.**

### Conclusiones

1. El proyecto de la planta del reciclaje de papel es rentable.
2. El papel que se obtendrá es más barato y con la calidad suficiente para el uso del estudiantado.
3. Es un buen ejemplo para la sociedad mexicana.
4. Necesita mucha publicidad y excelente recolección.

**Ing. Perla Fernández**  
**Ingeniero Mecánico U.N.A.M.**

Conclusiones

1. El principal problema es la recolección debido a la pepena.
2. Es factible.
3. Se podría afectar los intereses de gente sindicalizada.
4. Hay que dar mayor publicidad al proyecto.
5. Hay que volver a la gente participativa, a través de ofrecer a cambio un estímulo económico o material.

**I.Q. Hilario Sánchez**  
**Director de la Planta de Tratamiento de Agua en C.U.**

Conclusiones

1. Es un proyecto que daría muchas oportunidades a la U.N.A.M. al reciclar su propio papel.
2. El obstáculo para la colecta de papel es la pepena.
3. El personal sindicalizado traería problemas al querer laborar dentro de esa planta.
4. Concientización y difusión.
5. De ser posible contratar personal no sindicalizado en la U.N.A.M. para el buen funcionamiento de la planta.
6. Ayuda al conocimiento de los estudiantes, a la ecología, a la investigación etc.

**Ing. Gonzálo Guerrero**  
**Jefe de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial**  
**Facultad de Ingeniería U.N.A.M.**

Conclusiones

1. Concientización y cultura del reciclaje.
2. Es factible si hay una sólida clasificación y un suministro de papel constante.
3. Recomienda : Que una empresa ajena a la U.N.A.M sea quien se encargue de las cuestiones laborales de la planta.
4. La misión de la U.N.A.M. es hacer profesionistas no hacer negocios.
5. Desde el punto de vista académico es deseable, desde el punto de vista económico no es factible.
6. Estudio de factibilidad.

**Ing. Adolfo A. Velasco**  
**Coordinador de Proyectos de Computo**  
**Departamento de Ingeniería Industrial, U.N.A.M.**

Conclusiones

1. Hace falta crear una institución o un programa cuyo fin sea disminuir la cantidad de desechos en C.U.
2. No hay una cultura de concientización del medio ambiente.
3. Recomienda: Que el proceso llegue hasta sólo triturar el papel, debido al alto costo tecnológico que implica todo un proceso de reciclaje.

4. La mentalidad del estudiante universitario, "no viene a dar sino a recibir".
5. Generar un programa donde el alumno se sienta motivado y participe.
6. Inversión, recuperación máxima de tres años.

Del método aplicado en la búsqueda de soluciones y alternativas obtuvimos el siguiente resultado:

1. Mayor Difusión y motivación.
2. Falta de concientización.
3. Riesgos con el sindicato.
4. Control de pepenadores.
5. La mentalidad del universitario es de recibir, no de dar.
6. Recomiendan: Se contrate gente de fuera para que labore en la planta. También recomiendan que el proceso sólo llegue hasta la obtención de la pulpa de papel.
7. Permite un desarrollo ecológico y representaría un eslabón más dentro de la excelencia académica de la U.N.A.M. en cuanto a prácticas profesionales y docencia.

### 5.3 Rutas de Recolección y Mercadotecnia

Sabemos que un factor importante para que nuestro proyecto se lleve a cabo; es una sólida y eficaz recolección de materia prima segura por lo que decidimos investigar las rutas de recolección de desechos con las que cuenta Ciudad Universitaria, para de esta forma identificar las zonas en las cuales instalaremos y adecuaremos contenedores para conservar en buen estado el papel de desecho.

Actualmente las rutas que trabajan se encuentran trazadas en el mapa que se muestra a continuación de las tablas que se presentan (pag. 118), cubriendo al ciento por ciento el área de Ciudad Universitaria.

Analizando las actuales rutas de recolección de desechos sólidos con las que cuenta la U.N.A.M., podemos identificar en cuales de estas rutas se colecta la mayor cantidad de papel y cartón y de esta manera trazar una ruta exclusiva que proponemos para la distribución de contenedores que faciliten el acopio de papel; ver mapa de distribución de contenedores y rutas propuestas en la página 119.

Las tablas que se presentarán contienen los datos actualizados de recolección de desechos al mes de Junio de 1995, especificando las características que comprenden, las áreas donde fueron colectados, el volumen de recolección por semana, dando pie a una idea más general del desperdicio de papel y cartón dentro de Ciudad Universitaria, así como las áreas en las que se observa con mayor frecuencia la pepena.



Recolección de basura en la ruta:  
Estadio Olímpico/Reserva Ecológica.  
Camión de volteo 6m<sup>3</sup> de volumen de carga

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
1	Dirección de proveeduría	1.65	Basura separada
2	Dirección de obras	8.1	Casi sólo papel, basura doméstica
3	Tienda 1	37.8	Basura orgánica, cartones
4	Unión de Univ. de América Latina	4.2	Papel y hojarascas
5	Unidad de seminarios	3.3	Después de fiestas hay botellas de vidrio, cartones y basura orgánica
6	Jardín botánico	1.2	Basura Doméstica
7	Centro de ecología	9.3	Basura doméstica, papel blanco
8	Pista de calentamiento	2.4	Basura doméstica, envases de plástico
9	Inv. y Medicina del Deporte	1.35	Basura doméstica, cascara de naranja y envases
10	Multifamiliar	5.4	Basura doméstica
11	Gimnasio E. Olímpico	30	Papel, cascara de naranja y envases
	Talleres de conservación	9.3	Madera, metal, plásticos y aceites
	Coordinación CCH	10.5	Basura doméstica, basura orgánica y residuos de jardinería
A - S	Botes exteriores en el circuito	29.25	Generalmente basura doméstica,
	TOTAL	183	

TABLA 5 - 16

Recolección de basura en la ruta:  
Circuito Interior/Circuito Escolar.  
Camión de volteo 12m<sup>3</sup> de volumen de carga

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
12	Rectoría	43.8	Predomina papel de oficina, hay pepenadores.
13	Facultad de Arquitectura	7.6	
14	Facultad de Ingeniería	10.8	Latas de pintura, hojarasca mezclada con basura
15	Facultad de Ingeniería / Arquitectura	14.1	Papel, cascajo cajas de cartón y hojarasca
16	Rectoría	1.95	Basura Doméstica
17	Estacionamiento Filosofía	3.0	
18	Torre I de Humanidades	64.2	Basura orgánica, cajas de cartón, pepenadores
19	Facultad de Derecho	5.4	Un perro muerto, mucho papel
20	Facultad de Economía	10.5	Mucha cascara de fruta
21	Gasolinera	4.95	Latas de aceite y lubricantes, muebles y maquinarias.
25	Dirección General de Personal	3.9	Papel
Edif. 73	Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	6.0	Predomina papel
	TOTAL	168.1	

TABLA 5 - 17

Recolección de basura en la ruta:  
Circuito Interior  
Camión de volteo 6m<sup>3</sup> de volumen de carga

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
19	Facultad de Derecho est.	11.4	Basura separada
20	Facultad de Economía	30.9	Basura doméstica, cartones
22	Rocas I Enfrente gasolinera	5.2	
23	Rocas II Est. de Economía	6.6	Muchas bolsas de plástico
24	Subestación eléctrica	13.8	Bolsas con aserrín
29	Medicina, Edif. de Inv.	14.7	Basura doméstica, mucho aserrín
30	Medicina, técnicas quirúrgicas	18.0	Aserrín, cartones
31	Medicina, biblioteca junto al circuito escolar	8.4	Muchas bolsas de plástico
32	Centro de invest. ingeniería genética	33.6	Cajas de cartón y aserrín
33	Medicina Auditorio Fernando Orcaña	10.8	Basura doméstica
34	Odontología	25.8	Basura doméstica envases
35	CELE	25.5	
36	Diseño Industrial	35.7	Papel y cartón
	TOTAL	508.3	

TABLA 5 - 18

Recolección de basura en la ruta:  
Circuito Exterior  
Camión de volteo 6m<sup>3</sup> de volumen de carga

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
37	Estacionamiento del Est. de prácticas	7.2	Basura doméstica, envases de plástico
38	Estacionamiento trasero del centro médico	40.2	Basura de jardín, papel higiénico
39	Coordinación del CCH	8.4	Papel, envases de plástico
40	Alberca Olímpica	15.3	Basura orgánica, envases de plástico
41	Est. de campos deportivos, Junto al Inst. de Ing.	4.5	Basura doméstica
42	Camino verde, entre Inst. de Ing. y Anexo de Ing.	25.2	Papel blanco y cartón
43	Camino verde, junto al tercer frontón	4.2	Madera de construcción y botellas de plástico
44	Camino verde, junto al segundo frontón	9.0	Basura orgánica y cartones
45	Camino verde, atrás del frontón cerrado	12.0	Basura orgánica y cartones
46	Est. del frontón cerrado	13.5	Papel blanco y cartón
47	Inst. de Ingeniería	8.7	Papel blanco, aserrín
66 A	Trabajo Social	9.9	Papel blanco e higiénico, basura orgánica
Edif. 70	Comedor del Inst. de Ing.	10.8	Basura orgánica, bolsas de plástico
51	Comedor de Ciencias	3.0	Basura orgánica, cartones
52	Est. de Contaduría	15.0	Basura orgánica, cartones y envases de plástico

TABLA 5 - 19

Recolección de basura en la ruta:  
Circuito Exterior  
Camión de volteo 6m<sup>3</sup> de volumen de carga

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
37	Estacionamiento del Est.de prácticas	7.2	Basura doméstica, envases de plástico
38	Estacionamiento trasero del centro médico	40.2	Basura de jardín, papel higiénico
39	Coordinación del CCH	8.4	Papel, envases de plástico
40	Alberca Olímpica	15.3	Basura orgánica, envases de plástico
41	Est. de campos deportivos, Junto al Inst. de Ing.	4.5	Basura doméstica
42	Camino verde, entre Inst. de Ing. y Anexo de Ing.	25.2	Papel blanco y cartón
43	Camino verde, junto al tercer frontón	4.2	Madera de construcción y botellas de plástico
44	Camino verde, junto al segundo frontón	9.0	Basura orgánica y cartones
45	Camino verde, atrás del frontón cerrado	12.0	Basura orgánica y cartones
46	Est. del frontón cerrado	13.5	Papel blanco y cartón
47	Inst. de Ingeniería	8.7	Papel blanco, aserrín
66 A	Trabajo Social	9.9	Papel blanco e higiénico, basura orgánica
Edif. 70	Comedor del Inst. de Ing.	10.8	Basura orgánica, bolsas de plástico
51	Comedor de Ciencias	3.0	Basura orgánica, cartones
52	Est. de Contaduría	15.0	Basura orgánica, cartones y envases de plástico

TABLA 5 - 19

Recolección de basura en la ruta:  
Circuito Exterior  
Camión de volteo 6m<sup>3</sup> de volumen de carga

Continuación de la tabla anterior.

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
53	Contaduría, junto al camino verde	6.9	Basura de jardín, papel blanco, cartones
54	Contaduría y Administración, circuito exterior	4.8	Papel blanco, envases de plástico, basura doméstica
55	Sistema de Universidad Abierta	10.2	Basura doméstica, papel blanco e higiénico
56	Centro de Instrumentos	4.2	Basura doméstica, papel blanco e higiénico, cartones
Edif. 179	Tienda 3	92.4	Papel blanco y cartones, madera
Edif. 168	Comedor Central	12.0	Basura orgánica, cartones y botellas de plástico
57	Servicios de Cómputo Académico	16.2	Papel blanco, basura orgánica y cartones
	TOTAL	348.6	

TABLA 5 - 20

Recolección de basura en la ruta:  
Circuito de la Investigación Científica  
Camión de volteo 9m<sup>3</sup> de volumen de carga

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
26	Dirección General de publicaciones	85.2	Mucho papel de oficina
48	IIMAS, vivero bajo	16.2	Muchos cartones
49	Estacionamiento, bibl. de Posgrado de ingeniería	3.0	Cartones
50	Anexo de ingeniería	16.2	Muchos cartones
58	Div. de Estudios de Posgrado e Investigación	13.8	Cajas de cartón
59	Inst. de Ciencias Nucleares	2.7	
60	Inst. de Materiales	0.6	
61	Inst. de Astronomía, Taller de Óptica	17.4	Muchos cartones
62	CICH-Astronomía	10.8	Muchos cartones
63	Coor. de la invest. científica	6.0	Basura doméstica, papel
64	Inst. de Biología, Bioterio	58.8	Aserrín
65	Inst. de Fisiología celular junto al Circuito Ext.	13.2	Basura doméstica
67	Facultad de Veterinaria y Zootecnia	38.4	Muchos cartones
68	Inst. de Geología	6.3	Basura doméstica

TABLA 5 - 21

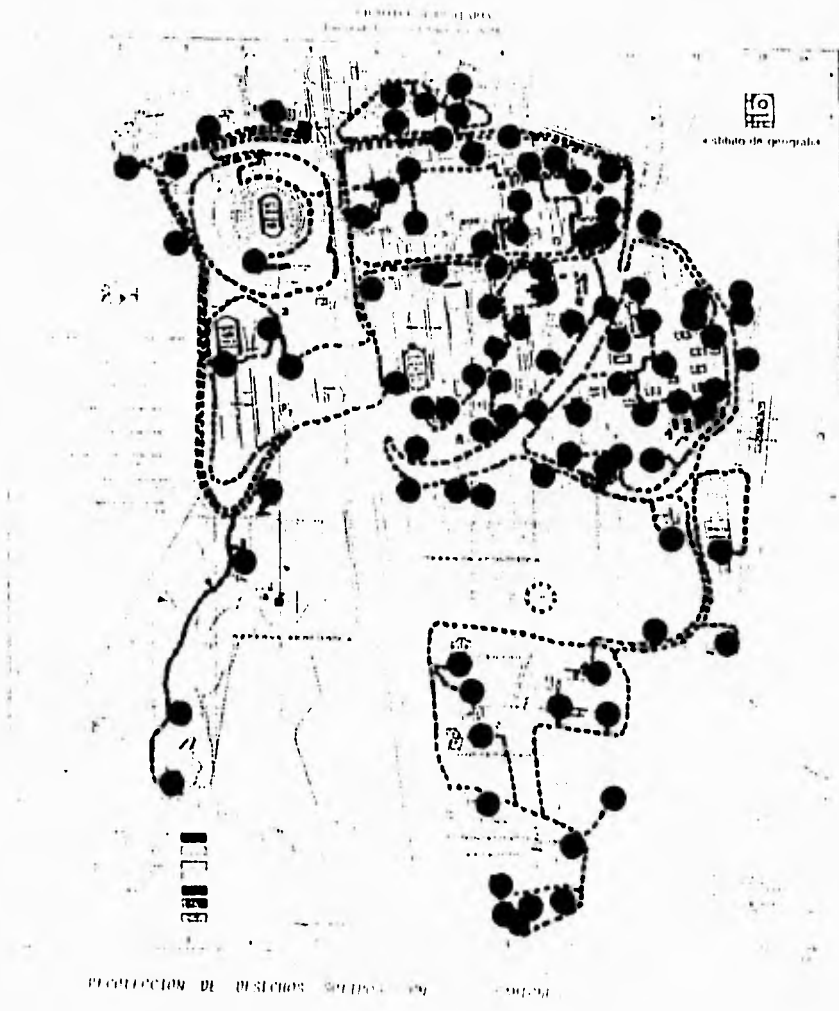
Recolección de basura en la ruta:  
 Circuito de la Investigación Científica  
 Camión de volteo 9m<sup>3</sup> de volumen de carga. Continuación

Artesa	Localización	Volumen Total m <sup>3</sup>	Observaciones
70	Ciencias de la atmósfera	3.0	Basura doméstica
71	Instituto de Física	4.5	
72	Fac. de Química Lab. de Aparatos y C.N.	21.0	Basura orgánica
73	Fac. Ciencias Invernado y laboratorio	15.6	Residuos de jardinería, cartones
74	Fac. Ciencias Invernado y laboratorio	6.0	Basura orgánica
75	Fac. Ciencias	6.0	
76	Ins. de Investigaciones antropológicas	7.8	
77	Revisión de estudios Prof., Posgrado y Dictámenes	3.9	Basura doméstica
78	Centro de desarrollo infantil C.U.	3.6	Basura orgánica y bolsas
80	Psiquiatría y Salud Ambiental, Fac. de Psicol.	6.9	Basura doméstica
Edif. 151	Instituto de Investigaciones Filosóficas	6.0	Cajas de cartón y hule espuma
	2 botes exteriores pasillo instituto de Física	0.75	Basura doméstica con ratas
	Facultad de Ciencias Invernado y Laboratorios	0.9	Aserrín.
	TOTAL	374.55	

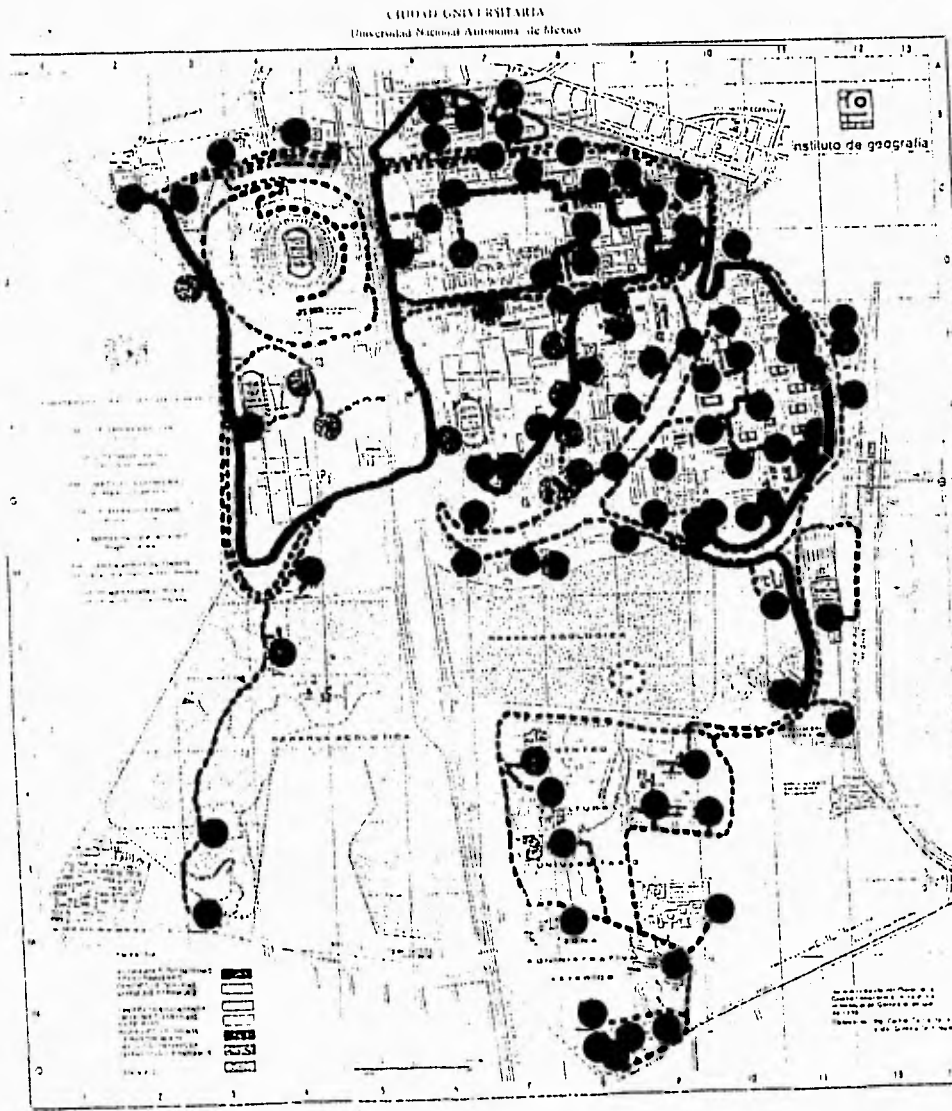
TABLA 5 - 22



## Rutas de Recolección

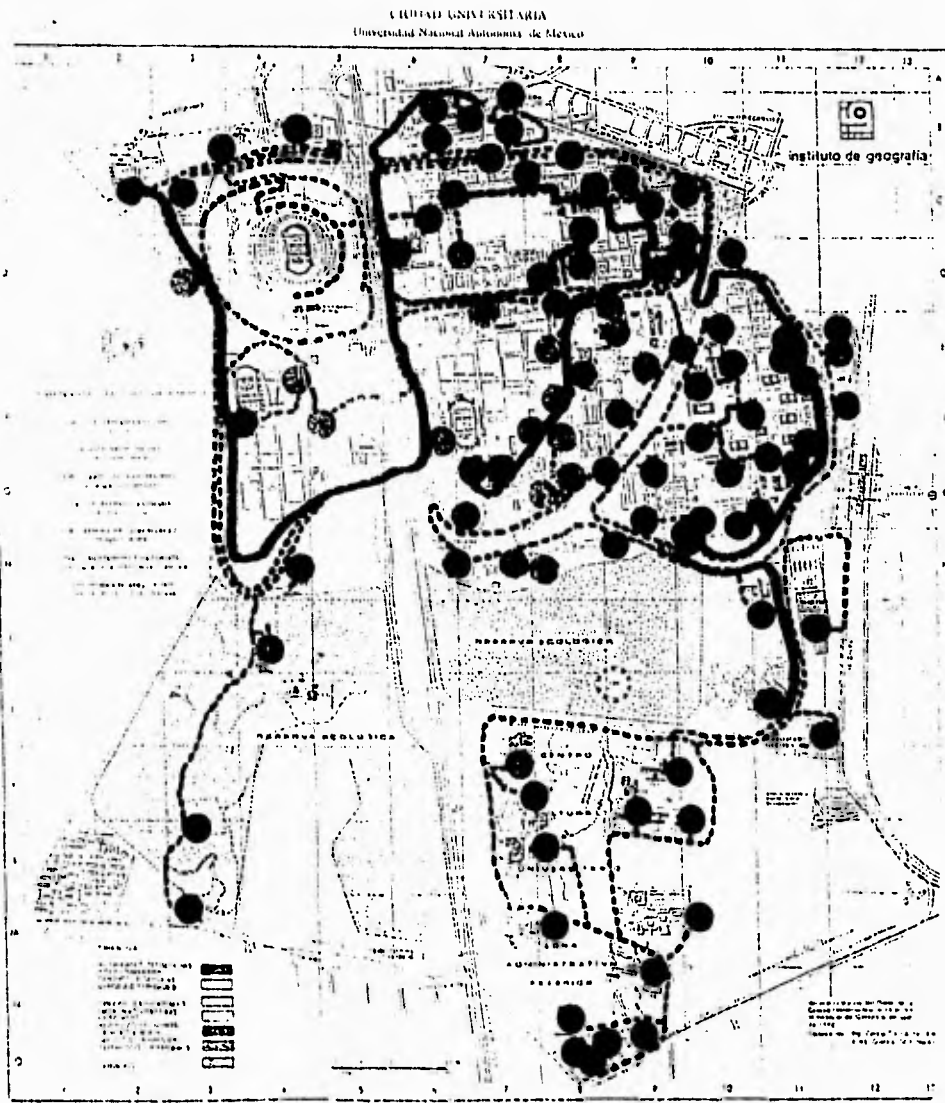


## Propuesta de distribución de contenedores y rutas de recolección



RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS CON 3 CAMTONES

## Propuesta de distribución de contenedores y rutas de recolección



RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS CON 3 CANTONES

### 5.3.1 Encuesta a Alumnos: Mercadotecnia

Como parte del estudio de la red de proveedores y mercadotecnia del reciclaje de papel, consideramos adecuado realizar una encuesta a la población universitaria, con objeto de conocer la participación, conocimiento y efecto que tendrían al instalar una planta de Reciclaje de Papel en Ciudad Universitaria.

Para asegurar una uniformidad del tipo de respuestas y una mínima varianza entre las mismas, el tamaño de muestra mínima que consideramos esta basado en reglas estadísticas del tamaño de muestra para una población determinada.

Primero se realizó un premuestreo a 175 alumnos, de una población inscrita de 132,935 alumnos<sup>11</sup>; sabiendo que la estimación real de asistencia continua es de 112,995 alumnos<sup>11</sup>; con los datos anteriores obtuvimos que el número de alumnos que aseguran una muestra representativa es de 206 alumnos.

Esta encuesta pretende saber la participación y el apoyo que brindaran los alumnos al conocimiento del proyecto, así mismo obtener datos que nos puedan revelar una cantidad aproximada del uso y desperdicio de papel dentro de la actividad universitaria y de esta manera asegurar la cantidad de papel con la que contará la planta de reciclaje proveniente de los alumnos.

El período comprendido para la aplicación de las encuestas fue de un mes.

---

<sup>11</sup> Agenda Estadística 1994 DEGAE. tel. 665 38 10  
Dirección Técnica Profesional a Nivel Licenciatura

## FACULTAD \_\_\_\_\_

1. ¿Qué tanto sabes del reciclado del papel?  
nada                    poco                    suficiente
2. Si se construyera una planta de reciclaje en C.U. estarías dispuesto a:  
 A difundir el proyecto  
 A contribuir en la recolección de papel  
 A reutilizar el papel  
 A consumir papel reciclado
3. Para la difusión, ¿qué alternativas crees que sería la más eficiente y con la que se lograrían mejores resultados?  
 Pancartas en pasillos y corredores  
 Pancartas en los salones  
 Difusión de los profesores en clase  
 Contenedores con alguna leyenda especial  
 Videos informativos en los cineclubs universitarios  
 Información en el circuito cerrado de tú facultad  
 Gaceta  
 Boletín informativo de cada facultad  
 Revista los universitarios  
 Revista de la universidad
4. ¿Cuántas hojas de papel tiras diariamente?
5. ¿Cuántos cuadernos utilizas al semestre y tiras?

## CUESTIONARIO 2

**Resultados de la encuesta:**

## 1. Cultura del reciclaje del universitario.

Alumnos	Respuesta	Porcentaje
21	Nada	10.19
138	Poco	67.00
47	Suficiente	22.81

## 2. Participación del alumno hacia el proyecto.

Alumnos	Respuesta	Porcentaje
108	Difundir el proyecto	52.42
77	Contribución a la recolección	37.38
133	Reutilizar el papel	64.56
149	Consumir el papel reciclado	72.33

### 3. Difusión

Alumnos	Respuesta	Porcentaje
94	Pancartas pasillos y corredores	45.63
72	Pancartas en salones	34.95
118	Difusión por profesores	57.28
73	Contenedores	35.43
76	Videos	36.89
41	Circuito cerrado	19.90
71	Gaceta	34.46
75	Boletín	36.40
29	Revista los universitarios	14.09
44	Revista de la universidad	21.36

### 4. Cantidad de papel que se usa y se tira al día.

No. de hojas utilizadas	No. de alumnos	Total de hojas consumidas
0	23	0
1	26	26
2	38	76
3	32	96
4	16	64
más de 5 en promedio 7	71	497

## 5. Número de cuadernos utilizados

### Alumnos

44	Tiran 1
37	Tiran 2
33	Tiran 3
92	Tiran ninguno

Considerando el consumo de papel en número de hojas promedio, cada alumno de ciudad universitaria consume 3.68 hojas por día; si tomamos en cuenta el número de alumnos inscritos la cantidad de hojas por día que se consumen es de 489,200.8; sabemos que el peso promedio de una hoja estándar papel bond tamaño carta es de 0.00362 kg, lo que implica que diariamente se consumen 1,770.9 kg. de papel.

El dato anterior aunado al resultado de las tablas de la Dirección General de Proveduría, donde el consumo diario de papel es de 6.5 ton. por día. Nos da un total de 8.27 ton. que podríamos recolectar diariamente con ayuda de la concientización y capacitación.

*Una vez obteniendo resultados de producción, esta será almacenada sólo de manera temporal en las instalaciones de la planta de reciclaje, más tarde pasara a las instalaciones de la Dirección General de Proveduría misma que se encargará de la utilización y distribución del papel reciclado.*



## 5.4 Maquinaria, Utilización y Costos

Para obtener las posibles cotizaciones de maquinaria equipo e instalaciones en general, nos basamos en el consumo diario de papel y cartón de Ciudad Universitaria, según las tablas de proveeduría y considerando un incremento del 50% con el apoyo estudiantil e intendencia, consideramos una capacidad de carga de 8 Ton de desecho para reciclar.

Para lograr lo anterior se identificó el siguiente equipo que por sugerencia de productores de papel nos recomiendan el tipo Foudrinier :

- Bandas transportadores
- Un pulper (desfibrador)
- Un refinador
- Un depurador
- Hervidores
- Lavadores (blanqueador)
- Aspersores
- Caja de entrada
- Mesa de formación de papel
- Una caldera para generar vapor para el secado
- Prensas de secado
- Enrolladores
- Embobinadores
- Bombas para recircular el agua

Consultamos a una gama bastante amplia de distribuidores, los cuales para la elaboración del presupuesto nos pedían como requisito fundamental una carta de aprobación del proyecto, respaldada por la firma del Rector de la Universidad, intentamos obtener estos presupuestos presentándonos como colaboradores del proyecto PUMA, argumentando la continuidad del proyecto de separación de desechos sólidos dentro de Ciudad Universitaria; esta continuidad contaría con una planta de reciclaje de papel que se instalaría dentro de las instalaciones de la antigua planta incineradora de basura de C.U., aun con todo el plan de trabajo expuesto esta información se nos fue negada, mencionaremos algunas de las empresas que visitamos sin obtener resultados.

1. Maquinaria para la fabricación de papel, cartón gris y cartoncillo.

Atendió : Lic. Armando Fernández Carreno

Tel. 511 43 10

2. Maquinaria para fabricación de bolsas y sacos de papel

"INCOTECNIA S.A."

Atendió : Srta. Lidia Rodríguez

Tel. 687 19 66

3. Papeles y maquinaria S.A. de C.V.

Atendió : Ing. Javier Llañes

Tel. 566 09 86

4. Pilao de México S.A. de C.V.  
Atendió : Sr. Jorge Jaimes Ramiro  
Tel. 676 02 96

5. Sistemas Industriales de Maquinaria y Refacciones  
Atendió : Ing. Cesar Wenghe  
Tel. 383 13 11

6. Grupo RIMON S.A. de C.V.  
Atendió : Ing. Jaime Arbitman  
Tel. 395 21 66

7. PACCEL INTERNATIONAL  
Atendió : Srta. Verónica Victoria  
Tel. 281 17 66

8. Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de  
la Celulosa y el Papel  
Atendió : Lic. Miguel Alanis Mandujano  
Tel. 254 79 90

Después de la negativa de apoyo solicitado, fuimos a varias plantas donde se recicla papel obteniendo un costo aproximado de maquinaria y equipo el resultado fue del promedio estimado de los expertos consultados, entre los que contamos:

1. Papelería Iruña S.A. de C.V.  
Ing. Timoteo Leal

2. Fabrica de papel "Loreto y Peña Pobre"  
Ing. Luis Alejandro Macedo

3. Asociación estratégica para el suministro de material.  
Ing. Javier Llamas  
"Quien nos recomienda sólo separar el papel y venderlo"

### **Costo aproximado 2 millones de dólares**

Para el tratamiento de agua se nos recomendó el uso de un proceso físico-químico por las características del agua que se necesita en la industria papelera y por el flujo diario que manejamos, además por ser un proceso que se puede parar por tiempo indefinido sin peligro de reducir por esto su efectividad.

La cantidad de agua que se trataría diariamente es de un flujo aproximado a los 30 m<sup>3</sup>, el agua debe pasar por un intercambio iónico para quitar sólidos suspendidos garantizando la baja dureza del agua y un nivel apropiado de DQO y DBO, para

lograrlo es necesario el uso de un filtro de carbón activado que por las características del vapor que generamos, el carbón encuentra un medio excelente para su mantenimiento.

El costo de la planta de tratamiento fue consultado a tres distribuidores:

1. Bufete Químico S.A.  
Doctor ALL No: 286  
Col. Santa María la Rivera.  
Atendió: Sr. Arturo Medina.

2. Grupo UHDE de México S.A.  
Blvd. Manuel Avila Camacho 6-A, piso 12  
Naucalpan Edo. de México.  
Atendió: Helmut Brandt.

3. Verificaciones Industriales y Desarrollo de  
Proyectos Ecológicos S.A. de C.V.  
Necaxa 17, Col. Constitución de 1917.  
Atendió: Ing. Vidal Coena Yebra.

### **Costo aproximado 650 mil dólares**

*En el mantenimiento de la maquinaria y equipo de ambas plantas, las empresas vendedoras ofrecen ocuparse de ello durante los dos primeros años de operación.*

Para el apoyo a nuestro programa de recolección, es necesario la compra de contenedores especiales para la recolecta del papel en este caso, por nuestra experiencia sugerimos el uso de contenedores Marca Schaefer cuyo presupuesto se muestra a continuación:

Contenedores para desecho sólido de Polietileno Moldeado de Alta Densidad, Modelo GMT-120, unidad estándar, con ranura en la tapa para introducción de papel en las labores de recolección y reciclado.

**Costo por 46 contenedores: 4,359.42 dólares**

Para la remodelación y construcción de la planta se planea un proyecto arquitectónico, un proyecto de instalaciones eléctricas, un proyecto hidráulico y un proyecto sanitario, cuyo costo general dentro de las cotizaciones se encontró que por honorarios de la construcción de la obra civil industrial actualmente se cobran 225 dólares m<sup>2</sup>. Este dato fue obtenido de GEO Internacional para orientar a los ingenieros, arquitectos y constructores.

Teniendo un terreno construido de 1 200 m<sup>2</sup>, el presupuesto para obra civil se estimo en **270 mil dólares**.

*El terreno que se plantea para remodelación e instalación es donde se encuentra actualmente el centro de acopio o antigua planta incineradora, ubicada a un costado del multifamiliar en el circuito camino al Jardín Botánico.*

## Instalaciones que actualmente ocupa el centro de acopio

FRENTE

COSTADO DERECHO

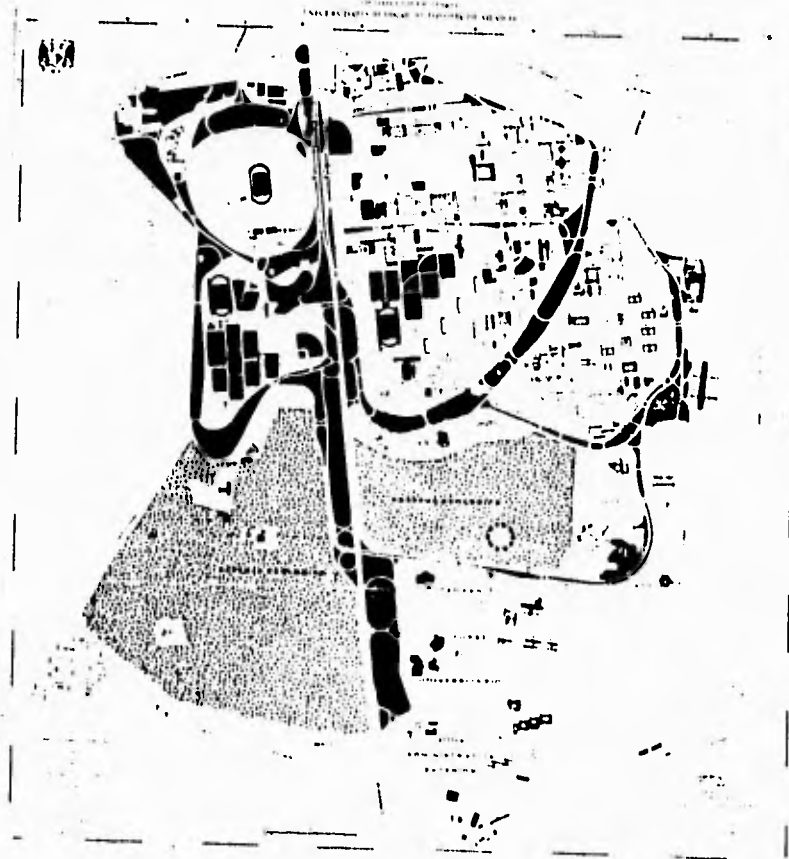


PARTE TRASERA

COSTADO IZQUIERDO

Para muebles y equipos de oficina se estimó un costo aproximado a los **5 mil dólares** costo que incluye equipo de computo e impresión.

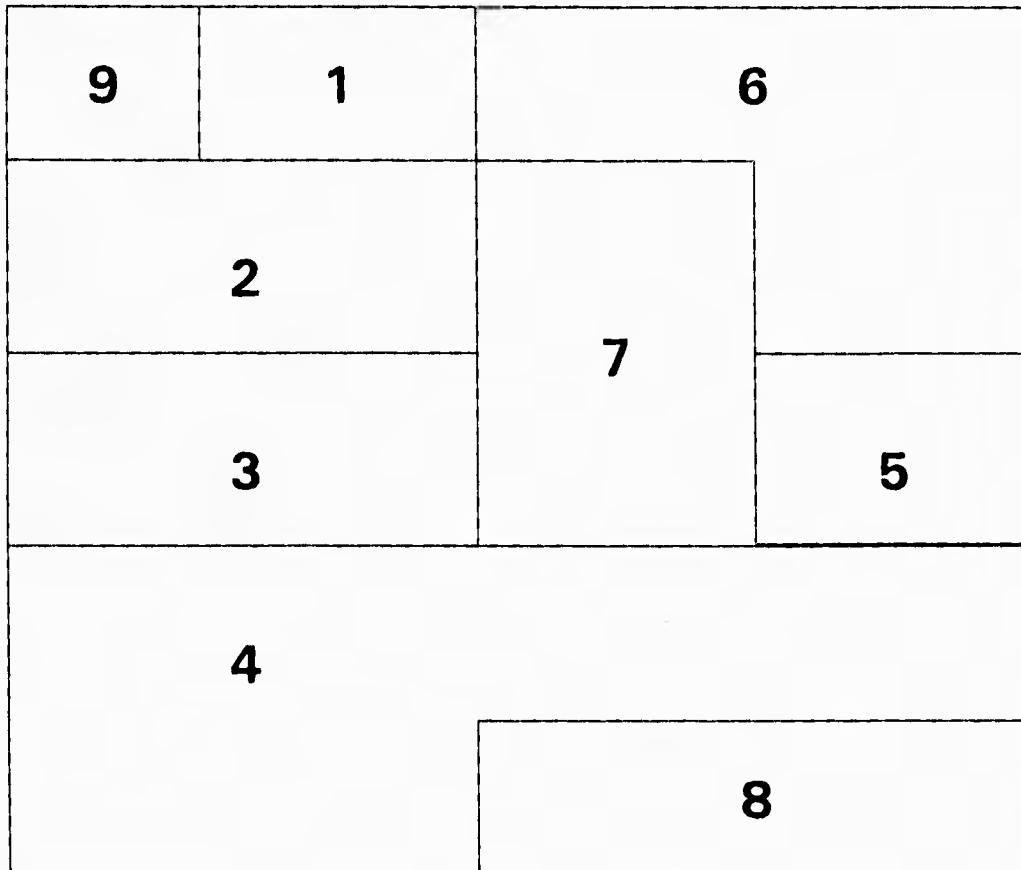
Con los datos anteriores, realizamos la suma que arroja un costo total de inversión de la obra esta el momento de su inicio de **2,929,359.42 dólares**



Ubicación de la Antigua Planta Incineradora.



En base a las fabricas que visitamos proponemos la siguiente distribución de planta.



1. Recepción de materia prima
2. Separación y selección de materia prima
3. Almacén de materia prima seleccionada
4. Máquinas para el reciclado de papel
5. Embobinado de papel
6. Empaque y Almacén de producto terminado
7. Mantenimiento
8. Planta de tratamiento de agua
9. Oficinas

### 5.4.1 Costos de operación

En base al consumo de energía eléctrica y servicios, en la fábrica de Loreto y Peña Pobre por una producción de 110 Ton de papel reciclado al día se pagan N\$ 411,249.98 mensuales. Estimando que el costo de energía y servicios por tonelada producida es N\$ 3,738.63 mensual; en nuestro caso pagaremos aproximadamente por 8 Ton N\$ 29909.09.

El personal necesario para mantener en operación a la planta consideramos:

<b>Puesto</b>	<b>Salarios Mínimos</b>	<b>Plazas</b>	<b>Turnos</b>
Supervisor de producción	6	1	1
Control y planeación	6	1	1
Supervisor de la Planta de Tratamiento de Aguas	4	1	1
Supervisor de la Planta Procesadora de Papel	4	1	1
Secretaria	2	1	1
Selección y supervisión de papel	1	4	1
Empaque	1	2	1
Almacén	1	2	1

TABLA 5 - 23

En base a la tabla anterior estimamos un gasto mensual en sueldos y salarios durante el primer año de N\$ 16,470.00, el dato del Salario Mínimo General vigente a Julio de 1995 es de N\$549.00 mensuales.

Con los datos anteriores el costo total de operación es de N\$ 48,038.09 mensuales.

### **5.4.2 Retorno de la inversión**

Al realizar el análisis de operación de la planta pudimos obtener una tabla donde se presenta el activo con el que cuenta la planta donde se representa el costo de inversión así como la depreciación de la maquinaria, equipo e instalaciones; se presenta al pasivo circulante o gastos de operación y a las ganancias estimadas en cinco años. Lo anterior arroja un resultado que compara la ganancia estimada durante cada período menos el costo instalaciones, maquinaria y equipo tomando en cuenta su depreciación más el costo de operación de la planta.

En la siguiente página presentamos el balance que hace referencia a lo anteriormente explicado, donde se muestra como datos significativos el precio del dólar en N\$6.20, el Salario Mínimo General en N\$549.00 mensuales vigente, el costo de venta de papel reciclado en N\$7.43 por kilogramo; con estos datos obtenemos resultados favorables en el balance al cuarto año de operación.

## Balance General

		Inflación respecto al año anterior		0	0	35	15	12	10
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5		
Precio Dólar	6.2								
Activo de la planta (inversión)									
Maquinaria y equipo reciclaje		2000000							
Menos depreciación	10% anual	0	1800000	1600000	1400000	1200000	1000000		
Maq. y equipo Trat. de agua		650000							
Menos depreciación	10% anual	0	505000	520000	455000	390000	325000		
Contenedores para papel		4359.42							
Menos depreciación	10% anual	0	3923.478	3487.536	3051.594	2615.652	2179.71		
Obra civil		270000							
Menos depreciación	15% anual	0	229500	189000	148500	108000	67500		
Muebles y equipo oficina		5000							
Menos depreciación	20% anual	0	4000	3000	2000	1000	0		
	Total =	2929359	2022423	2315488	2008552	1701816	1394880		
	Total en N\$ =	18182026	16259026	14356023	12493020	10550017	8847014		
	S.M.G. =	549							
	Incremento 20% anual								
Pasivo Circulante (pasivos)									
Salarios por pagar		18470	184700	197640	237168	284801.8	341521.9		
Energía eléctrica y servicios		29909.09	299090.9	403772.7	464338.8	520059.3	572086.2		
	Total =		483790.9	601412.7	701506.6	804860.9	913607.1		
	Costo del Kg. de papel reciclado								
		7.43							
Producción									
	Mes 1	Mes 2, ..., n							
En Kg =	159430.8	159815.4		1595909	1598154	1598154	1598154	1598154	
En N\$ =	1184571	1185942		11858051	11859422	11859422	11859422	11859422	
Resultado de la comparación de la depreciación/Ganancias			-3864700	-3099013	-1295105	604744.1	2298821		

En la tabla que se muestra en la parte inferior, se presenta el comportamiento de la producción mensual durante los dos primeros años (considerando el año laboral de 10 meses por vacaciones), los gastos de operación y el dato de inversión total; con lo anterior realizamos cálculos que nos desglosan el comportamiento del retorno de la inversión. **Para nuestro caso el retorno de la inversión se realiza en el mes 17.**

### Análisis de Retorno de la Inversión

Retorno de la Inversión											
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
Inversión Total	18162028										
Gastos de operación											
Capital de trabajo		46379.09	46379.09	46379.09	46379.09	46379.09	46379.09	46379.09	46379.09	46379.09	46379.09
Producción en N\$		1184571	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942
Resultado general		-1.7E+07	-1.6E+07	-1.5E+07	-1.4E+07	-1.2E+07	-1.1E+07	-1E+07	-9046895	-7907331	-6767758
	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	
Capital de trabajo	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	60141.27	
Producción en N\$	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	1185942	
Resultado general	-5641967	-4516167	-3390366	-2264565	-1138764	-12962.8	1112838	2238639	3264440	4490241	

## 5.5 Capacitación

Cada clase de trabajo requiere cualidades humanas distintas: unos exigen agilidad mental, concentración, buena vista, fuerza física y la mayor parte de estas actividades alguna destreza o conocimiento especial adquirido. No todos los obreros tienen las aptitudes necesarias para determinado trabajo; pero sí la dirección aplica procedimientos serios de selección y buenos programas de capacitación para el puesto, normalmente se consigue que la mayoría de los trabajadores tengan los dotes necesarios para desempeñar sus funciones, es entonces cuando se seleccionan los trabajadores necesarios para el buen funcionamiento de una planta.

En nuestro estudio es realmente importante la capacitación, ya que en la medida que se adapte al operario a sus actividades, se obtendrán mejores resultados de recolección y selección de nuestra materia prima; dependerá entonces de la naturaleza del trabajo y de la destreza manual que requieren un alto grado de habilidad del trabajador.

Al formar a los operarios, lo importante es hacerles adquirir el hábito de ejecutar la tarea como se debe. La adquisición de hábitos es muy útil para aumentar la productividad porque se reduce la necesidad de pensar conscientemente. "Los buenos hábitos se adquieren con la misma facilidad que los malos", es por eso que debemos cuidar lo que nuestros obreros aprendan y como lo apliquen.

Se puede enseñar a los principiantes a seguir una sucesión de números en un diagrama o se puede comenzar en la misma máquina pero en los dos casos se debe entender el motivo de

cada movimiento. Donde han resultado útiles las fotografías acompañadas por hojas de instrucciones y también pueden emplear películas fijas o repetitivas que exhiben el óptimo funcionamiento de la operación que se desea aprender.

Es aquí donde se citará la capacitación que ofrece DOFESA S.A. de C.V., enfocándose principalmente a los métodos de recolección, uso de contenedores y organización en cuanto a horarios y rutas anteriormente tratadas.

Es importante que como ingenieros entendamos lo trascendente que es la capacitación para el buen desempeño de una actividad determinada, además de transmitir la importancia que recae en el rendimiento de una empresa. Reenfocando los servicios que pueden ofrecer cada quien como individuo, consideramos que en primer lugar debemos crear un ambiente en el cual se propicie la motivación del individuo al que se va a instruir. El curso de capacitación dará mejores resultados si se cuenta con gente realmente interesada, dando mayor efectividad y aprovechamiento de recursos en nuestra planta.

Es entonces donde estableceremos elementos que permitan crear un medio para fijar tiempos tipo en los que puedan basarse la planeación y control de la producción y el cálculo de los costos de mano de obra, los anteriores son instrumentos que consideramos sumamente eficaces para reducir el tiempo improductivo y aumentar la productividad.

### **Resultados esperados durante el período de capacitación y concientización**

Considerando que, para tener al ciento por ciento la participación del estudiantado y del personal de intendencia en lo que respecta a la colecta y recolección del papel, pasaría aproximadamente un período de tres meses distribuidos de la siguiente manera.

Durante el primer mes se considera el curso de capacitación por parte de DOFESA S.A. de C.V., al personal de intendencia y de recolección de C.U., además comienza la concientización masiva a través de publicaciones y propaganda alusiva al tema de reciclaje de papel.

Al comienzo del segundo mes contaríamos con la colaboración del 80% del personal de intendencia recuperando aproximadamente 5200 Kg de desecho de papel durante el curso del mes, además la colaboración del alumnado sería de un 85% a 100% tomando en cuenta que algunos alumnos no estuvieran enterados del programa; se colectará, entonces 6705.26 Kg.

Para el tercer mes la colaboración de ambas partes será del 100%, para ese entonces se cuidará no bajar el nivel de participación, ofreciendo los primeros productos del reciclado de papel, cuidando la difusión de tal efecto mediante los módulos informativos universitarios, de esta manera pretendemos incrementar la colaboración de la gente hacia la planta.

Para lograr un mejor entendimiento de como evolucionaría la capacitación en cuanto a la cantidad recolectada de desecho se muestra la siguiente tabla indicando los kilogramos de papel



recolectado a durante el periodo que comprende el curso de capacitación y adaptación; así mismo sugiere dos pruebas previas a la puesta en marcha de la planta destinadas para los días 44 y 47 respectivamente, y comenzando a producir de manera continua el día 50.

### Planeación del Curso de Capacitación y Puesta en Marcha de la Planta

Mes 1		Mes 2		Mes 3		
Día	Kg.	Día	Kg.	Día	Kg.	Produce
1	2468	26	5300.38	51	8272	6361.538
2	2506	27	5400.71	52	8274	6363.077
3	2544	28	5501.04	53	8276	6364.615
4	2582	29	5601.37	54	8278	6366.154
5	2620	30	5701.7	55	8280	6367.692
6	2658	31	5802.03	56	8282	6369.231
7	2696	32	5902.36	57	8284	6370.769
8	2734	33	6002.69	58	8286	6372.308
9	2772	34	6103.02	59	8288	6373.846
10	2810	35	6203.35	60	8290	6375.385
11	2848	36	6303.68	61	8292	6376.923
12	2886	37	6404.01	62	8294	6378.462
13	2924	38	6504.34	63	8296	6380
14	2962	39	6604.67	64	8298	6381.538
15	3000	40	6705	65	8300	6383.077
16	3220	41	6861.5	66	8300	6384.615
17	3440	42	7018	67	8300	6384.615
18	3660	43	7174.5	68	8300	6384.615
19	3880	44	7331	69	8300	6384.615
20	4100	45	7487.5	70	8300	6384.615
21	4320	46	7644	71	8300	6384.615
22	4540	47	7800.5	72	8300	6384.615
23	4760	48	7957	73	8300	6384.615
24	4980	49	8113.5	74	8300	6384.615
25	5200	50	8270	75		6384.615
Suma del mes 1 =		83110	Suma del mes 2 =	157427.9	Produce del mes =	
			Hasta el día 49		159430.8	
				Precio del papel rec	N\$ 7.43	
Suma del mes 1 y 2		240537.9	Obtendria		N\$ = 1'184.571.00	
Precio del papel =		N\$0.8 Kg.				
Obtendria N\$ =		192430.3				

## CONCLUSIONES

El anterior trabajo da una introducción sobre el estudio de los desechos sólidos en México, en él procuramos dar ejemplos de países que durante la década pasada y principios de ésta, comenzaron una redada a favor del cuidado del medio ambiente; ésta lucha ha llevado a instituciones y asociaciones civiles a buscar soluciones que medien por un mejoramiento ambiental, actualmente sabemos que la mayoría de los países concientes del problema han comenzado por implementar medidas que dan solución a problemas ambientales, tal es el caso de los desechos sólidos, los cuales cada día se procura disminuir su volumen a través de la reutilización y el reciclaje de materiales que por sus características pueden ser utilizados en la fabricación y producción de bienes de consumo industrial y comercial.

En México a pesar de tener una legislación que regula la producción y recolección de desechos sólidos industriales y municipales, no se ha tenido una clara respuesta de colaboración por parte de la ciudadanía y de los organismos encargados del mantenimiento de esa actividad; ahora bien los resultados que arroja el estudio plantean que el principal obstáculo radica en la falta de concientización y motivación, ya que, esto es la parte fundamental en la ineficiencia del programa.

Muchas veces instituciones gubernamentales y privadas han realizado campañas que procuran la concientización y conocimiento para la recolección separada de desechos, estos programas invitan al público a participar a favor del medio ambiente y de la sociedad pero aun así no hay que olvidar que en nuestro país la gente no participa, sino no recibe algo por su esfuerzo y cooperación.

Para comenzar con un conocimiento general de lo que es el tratado de los desechos sólidos, encontramos necesario especificar cuales son las clasificaciones generales que existen, dónde y quiénes los generan y cuál es su composición, para de esta manera al momento de la separación se sepa que tipo de desecho se esta manejando y cual es la mejor manera de almacenarlo.

Con la misma intensidad tratamos el tema de la disposición final que actualmente se le da a los desechos sólidos en México, analizando cómo se efectúan cada una de las diferentes formas de disposición final, cuáles son sus restricciones ambientales y de aplicación, ventajas y desventajas que ofrecen y por último consideramos dar como única solución viable y factible el reciclaje de los materiales, ya que representa un gran negocio a pesar de la actividad de los pepenadores la cual limitaría su buen funcionamiento.

Siguiendo el desarrollo del estudio y basándonos en el reciclaje como la mejor solución, consideramos importante hacer un análisis de las actividades del reciclaje que actualmente resultan más rentables, tomando en cuenta cuales son las que más se utilizan debido a la facilidad para obtener el material separado, cuales por la cantidad de desecho que se produce y cuales por la tecnología que implica el proceso del material a reciclar; a pesar de la gran variedad de materiales que pueden ser reciclados, en el estudio nos dimos cuenta que no sólo se deben considerar esos aspectos, en nuestro caso habría que considerar la molestia que podría causar nuestra actividad a intereses personales o de grupos que operan de manera informal.

Con esas referencias analizamos los tipos de desechos que actualmente se reciclan, como se obtiene, cuales son sus características y el proceso detallado que implica su tratamiento hasta la obtención de un producto final, ya sea como materia prima para el consumo industrial ó como bien para el consumo final. Así mismo referimos algunas de las actividades industriales que pueden utilizar el material de recuperación como un insumo para su producción de manera favorable.

Sabemos que la misión más importante de la U.N.A.M. es enseñar y forjar profesionistas formados para incorporarse a nuestra sociedad, donde su principal motor de vida es la naturaleza, es por eso que al ejemplificar una solución tangible, como el reciclaje proponemos auxiliar de manera práctica y ejemplar el conocimiento como un prototipo a la investigación y a la enseñanza.

Aplicamos los conocimientos adquiridos durante nuestra formación como ingenieros, sabiendo que la necesidad imperante en nuestro país, es proponer la gestación de industrias que generen empleos permanentes, que resuelvan el poder adquisitivo general a través de la utilización, producción y consumo de materiales baratos.

Descubrimos que una opción satisfactoria es crear empresas con una fuente sólida de materias primas que dadas sus características ofrecen la opción de ser recicladas.

Actualmente se requiere de una mentalidad dinámica, adaptable y creativa para poder sobrevivir. Esta forma de ver y actuar ante cambios debe estar capacitada, motivada y lista para actuar, buscando oportunidades donde otros solo ven

problemas, en nuestro caso encontrando una solución que se vierte en una cultura eficaz del reciclaje.

Basándonos en los resultados de las encuestas a alumnos, tenemos presente que es sumamente necesaria la difusión de la información, por ello la solución que proponemos no solo ayuda a la concientización de una nueva generación, sino da solución a un problema que día con día nos acosa.

Con los resultados obtenidos del estudio de la propuesta de la planta de reciclaje de papel en Ciudad Universitaria, concluimos que es factible y rentable su instalación, ya que permitirá disminuir los costos que se tienen actualmente en la adquisición de papel blanco tipo bond, así como contribuiría a mejorar el aspecto estético de la universidad disminuyendo la cantidad de pepenadores que visitan diariamente nuestras instalaciones.

Además, es rentable porque la recuperación de la inversión total de la planta nos permite obtener resultados favorables a partir del segundo año de operación, con estos resultados exhortaríamos a la investigación y estudio de nuevas inversiones en el tratamiento y reciclaje de materiales de desecho que también representan un volumen considerable en Ciudad Universitaria, como plástico, vidrio y aluminio.

El pretender que la basura desaparezca no es un ideal, es un hecho que representa no sólo actitud sino el entendimiento de separar lo inorgánico de lo orgánico.

Creemos que con esto hemos sembrado la semilla para formular un plan a nivel nacional que eduque con programas masivos de concientización en todos los niveles sociales para ayudar a definir oportunidades y crear un mejor nivel de vida.

Para terminar sólo esperamos que este estudio simbolice parte de las más fuertes alternativas de desarrollo en materia ambiental. Así mismo al concluir el trabajo nos dimos cuenta que en él expresamos parte del auge y la fortaleza que en cierto momento necesitamos como seres humanos dando prioridad principalmente en este caso a la emancipación y reducción de los desechos, motivando a la investigación de mejor tecnología para un completo ciclo de reciclado.

## **BIBLIOGRAFIA**

Environmental Engineering  
Peavy, Rowe and Techobanoglous  
McGraw-Hill

Gestión Integral de Residuos Sólidos, Vol. I y II  
Hilary Theisen, Samuel A. Vigil  
McGraw-Hill

Introducción al Estudio del Trabajo  
Oficina Internacional del Trabajo  
LIMUSA

La Basura es la Solución  
Deffis Caso Armando  
Concepta S.A.

Plastic Wastes  
Plastic Waste Management Institute  
Minto-ku, Tokyo, JAPAN

Reciclado de Plásticos  
Arroyo, Miguel  
C.I.Q.A.

Series Monográficas, Tomo III  
SEDESOL

Cooperación, Tecnología Ambiental  
Camara Mexicano-Alemana de Comercio e  
Industria A.C., Marzo/Abril de 1995

Enviromental Concerns, Economics, Drive Paper  
Recycling Technology  
Sorenson, Don  
Pulp and paper, March 1990

Howto end an Environmental Outrage  
Hanson, Joe  
Magazine for Magazine Management, December 1990

Prevención de la Contaminación,  
Vol. 3, Números 2 y 3,  
Tanknology de México S.A., Marzo/Mayo 1995

Memorias del Tercer Congreso CONIECO'95  
TECOMEX'95/ENVIRO-PRO EXPO