

COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA

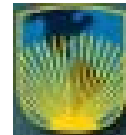
OBJETIVO ESPECIFICO 1 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

TAREA 4 DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE REDUCCION Y RECICLADO DE RESIDUOS

ANEXOS



*Fondo Italiano para el Desarrollo
Sustentable de la República Argentina*



Banco Interamericano de Desarrollo

COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA

TAREA 4 DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE REDUCCION Y RECICLADO DE RESIDUOS

ANEXO 1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE COSTO PARA PLANTAS DE RECICLAJE

COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PAMPA

TAREA 4 – DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE REDUCCIÓN Y RECICLADO DE RESIDUOS

ANEXO 1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE COSTO PARA PLANTAS DE RECICLAJE

Como parte de los estudios se analizó la factibilidad económica de una planta de reciclado. En primer término se trabajó con un módulo de 5 toneladas día. Los resultados se observan en la tabla siguiente.

Los supuestos adoptados para el flujo fueron los siguientes:

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD toneladas	Recupero %	PRECIO \$/tonelada	INGRESO \$
Papeles y Cartones				
Diarios y Revistas	36,9	50%	60,3	1.113,5
Papel de Oficina (Alta Calidad)	21,4	50%	170,0	1.815,0
Papel Mezclado	72,0	50%	60,3	2.171,4
Cartón	78,4	50%	165,3	6.483,5
Envases Tetrabrick	34,1	50%	80,0	1.362,6
Plásticos				
PET (1)	37,3	75%	465,0	13.001,6
PEAD (2)	30,9	60%	550,0	10.213,1

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD toneladas	Recupero %	PRECIO \$/tonelada	INGRESO \$
Vidrio				
Triturado	92,2	56%	82,7	4.266,8
Botellas	92,2	14%	210,0	2.710,3
Residuos de Poda y Jardín	48,0	20%	275,6	2.644,1
Desechos Alimenticios	709,8	20%	275,6	39.118,8
Misceláneos Menores a 12,7 mm	194,0	20%	275,6	10.691,3
TOTAL				95.592,2

EVALUACION ECONOMICA DE UNA PLANTA DE CLASIFICACION. Capacidad de la planta 5 toneladas por día.

FLUJO DE FONDOS en pesos corrientes de noviembre de 2006

[illegible]

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NETO	- 334.408	-81.208	-81.208	-81.208	-81.208	-81.208	-81.208	-81.208	-81.208	-81.208	-1.208
										VAN \$ -685.261	

Como se puede apreciar el flujo arroja un resultado negativo, con un VAN negativo de 685mil pesos.

En segundo término se estudio la factibilidad para una planta de 15 toneladas diarias, es decir tres veces más grande. Los resultados obtenidos en este caso se pueden apreciar en la tabla de la siguiente página.

EVALUACION ECONOMICA DE UNA PLANTA DE CLASIFICACION. Capacidad de la planta 15 toneladas por día.

FLUJO DE FONDOS en pesos corrientes de noviembre de 2006

[illegible]

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NETO	- 143.223	21.577	21.577	21.577	21.577	21.577	21.577	21.577	21.577	21.577	101.577
										VAN	\$ 3.970
										TIR	13%

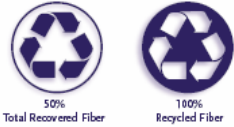


Del análisis se desprende que, bajo los supuestos adoptados, una escala de 15 toneladas día de residuos seleccionados en origen permite la autosustentabilidad de la planta, que corresponden a aproximadamente 100 toneladas diarias de residuos domésticos.



COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA

TAREA 4 DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE REDUCCION Y RECICLADO DE RESIDUOS

ANEXO 2 FICHAS DE MATERIALES RECUPERADOS

<p>MATERIAL</p>	<p>PAPEL</p>	
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Papel es el vocablo empleado para designar diversas clases de hojas fibrosas de estructura análoga al fieltro. ▪ Su nombre deriva del Griego pápyros, nombre de una planta Egipcia (cyperus pápyros), de cuyo tallo sacaban los Egipcios láminas para utilizarlas en sus escritos. ▪ También se conoce como papel a la hoja delgada, flexible y generalmente blanca en la que se escribe, dibuja o pinta. Sirve además para la impresión de libros y periódicos, y también para envolver, embalar y una gran cantidad de usos, que incluyen la higiene personal. 	
<p>CÓMO SE PRODUCE</p>	<p>La producción clásica de papel se hace siguiendo los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Talado de los árboles</i> : Son necesarios para la producción del papel. 2. <i>Transporte de madera hasta la fábrica</i>: Los troncos de madera son transportados desde la explotación forestal en la que han sido talados hasta la fábrica en la que se van a tratar para la obtención del papel. 3. <i>Descortezado de madera</i>: Los troncos son llevados a unos grandes cilindros huecos giratorios. El rozamiento que se produce entre la pared interior de los cilindros y los troncos, hace que la corteza se separe del núcleo del tronco. 4. <i>Transformación de madera en pasta</i>: El objetivo en esta parte del proceso es la separación de las fibras (celulosa) que constituyen el núcleo del tronco. Para ello se deben romper las uniones entre fibras constituidas por ligninas y otros elementos. Se pueden seguir dos métodos para conseguir este objetivo: <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Proceso Mecánico</i>: Empleando un proceso similar al que se ve en un molino. En una gran cámara se hace girar 	

CÓMO SE PRODUCE (cont.)

sobre su eje a una piedra que es la que se encarga, por fricción, de separar las fibras de las que está compuesto el tronco del árbol.

- b. *Proceso Químico:* La madera reducida a la granulometría adecuada se cuece en un gran recipiente a presión añadiéndole diversos productos como en los métodos alcalinos: soda cáustica, Hidróxido de sodio – sulfuro de sodio (proceso Kraft), o en el método del sulfito: bisulfito de sodio, en gral. derivados del azufre, etc. (dependiendo del sistema elegido) y vapor de agua.
5. *Blanqueo de la pasta:*
Dependiendo de la blancura inicial de las fibras, de la blancura que se quiera obtener del papel y del proceso empleado para la obtención de la pasta es necesario aplicar un sistema de blanqueo adecuado. En general la pasta se trata con productos químicos tales como: Cloro, Hipoclorito de sodio, dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno, Soda cáustica u otros blanqueadores.
6. *Proceso de laminación de la pasta en máquina:* Consiste en disponer las fibras en una solución acuosa con consistencias comprendidas entre 4 y 12 gr. / l, de tal forma que puedan unirse convenientemente y posteriormente secarse por sistemas gravimétricos, mecánicos y térmicos para obtener una lámina de papel con una proporción de humedad comprendida entre el 7% y 9%.



APLICACIONES

Existe una innumerable cantidad de aplicaciones del papel, citaremos algunas de ellas:

- Materia prima para la impresión de libros, catálogos, mapas, revistas y periódicos.
- Materia prima para la fabricación de elementos de escritura como cuadernos, hojas en blanco, etc.
- Elemento de embalaje, ya sea como hoja de papel estampado o bolsa de papel.
- Elemento de limpieza como higiene personal (papel higiénico y pañuelos descartables), o de uso doméstico (papel de cocina, filtros de café).
- Elemento necesario para la publicidad gráfica.
- En algunos lugares como bolsa de residuos.
- Y una gran cantidad de usos mas.



IMPACTO AMBIENTAL

El Papel como cualquier otro producto o proceso utilizado por la sociedad moderna, produce un impacto en el medio ambiente. Este debe ser evaluado en forma objetiva y científica a través del "ecobalance" o "análisis del ciclo de vida". Seguiremos la secuencia de fabricación del papel enumerando el impacto de cada una de las etapas:

1. *Talado de los árboles* : La importancia del impacto provocado por esta etapa es tremenda debido a que los vegetales son los principales productores de oxígeno del planeta.
2. *Traslado de los troncos a la planta*: Cualquiera sea la forma de traslado a la planta de fabricación, esta producirá un impacto en el medio ambiente. Esta puede ser : Camión: contaminación por las emanaciones de los motores del mismo; Ferrovial: En general se efectúa con menor contaminación, porque las cantidades transportadas son mayores, pero el productor de contaminación es uno solo; Fluvial: De ser por barco es un método comparable al ferroviario, si fuera flotando por un canal, los troncos contaminarán el curso de agua al disminuir su porcentaje de oxígeno disuelto y facilitando las condiciones de anaerobiosis por impedir el ingreso de luz solar en los cursos y el crecimiento de algas productoras de oxígeno en los lugares de carga.
3. *Descortezado de madera*: El material que se descarta de este proceso, de no ser aprovechado, se transforma en residuo, que debe ser dispuesto o tratado.
4. *Transformación de madera en pasta*:
 - a. *Método Mecánico*: Este método de fabricación de pasta es mas eficiente que los químicos porque produce mayor cantidad de pasta por unidad de madera empleada. La pasta es de menor calidad y se usa para la impresión de diarios o guías telefónicas. Los efluentes de las fábricas que emplean este proceso contienen resinas ácidas



IMPACTO

<div data-bbox="295 174 571 199" data-label="Text"> <p>AMBIENTAL (cont.)</p> </div> <div data-bbox="295 1671 571 1740" data-label="Text"> <p>IMPACTO AMBIENTAL (cont.)</p> </div>	<div data-bbox="797 174 1084 1900" data-label="Text"> <p>altamente tóxicas, que pueden ser encontradas también en la naturaleza, pero no en esta concentración dañina.</p> <p>b. <i>Método Químico:</i></p> <p>i. <i>Métodos Alcalinos:</i> El proceso Kraft produce una pasta marrón y produce emisiones tóxicas al aire, tales como dióxido de azufre (entre 1 y 3 Kg. por TN de pasta. Este contaminante es uno de los principales responsables de la lluvia ácida y produce un olor característico (huevo podrido). Las aguas residuales provenientes del proceso de cocción de la madera (licor negro) son altamente contaminantes. En los efluentes líquidos se liberan también restos de celulosa que se depositan en los fondos acuáticos acabando con la vida acuática existente en ellos. Estos son responsables de la alta DBO por parte de los microorganismos que degradan estas fibras provocando la disminución drástica del Oxígeno disuelto en el curso de agua . Las sales de aluminio que se utilizan en los procesos de purificación del agua para los</p> </div>	<div data-bbox="1146 808 1446 993" data-label="Image"> </div>
---	---	---

<p>IMPACTO AMBIENTAL (cont.)</p>	<p>drástica del Oxígeno disuelto en el curso de</p>		
---	---	--	--

altamente tóxicas, que pueden ser encontradas también en la naturaleza, pero no en esta concentración dañina.	
---	--

b. Método Químico:	
--------------------	--

i. <i>Métodos</i>	
-------------------	--

Alcalinos: El proceso Kraft produce una pasta marrón y produce emisiones tóxicas al aire, tales como dióxido de azufre (entre 1 y 3 Kg. por TN de pasta. Este contaminante es uno de los principales responsables de la lluvia ácida y produce un olor característico (huevo podrido). Las aguas residuales provenientes del proceso de cocción de la madera (licor negro) son altamente contaminantes. En los efluentes líquidos se liberan también restos de celulosa que se depositan en los fondos acuáticos acabando con la vida acuática existente en ellos. Estos son responsables de la alta DBO por parte de los microorganismos que degradan estas fibras provocando la disminución drástica del Oxígeno disuelto en el curso de agua. Las sales de aluminio que se utilizan en los procesos de purificación del agua para los



**IMPACTO
AMBIENTAL (cont.)**

procesos disminuyen el pH del agua del curso provocando ante el aumento de acidez de la misma la disminución de la fauna y flora en el mismo. Los residuos de la fabricación de la pasta pueden producir contaminación de la atmósfera si son incinerados.

1. *Método Kraft o del sulfato:*

Se realiza una cocción de las astillas o chips de la madera en hidróxido de sodio usando como regenerante Sulfuro de sodio.


2. *Método de la soda cáustica:*

Se realiza una cocción de las astillas o chips de la madera en hidróxido de sodio usando como regenerante carbonato de sodio, es decir, soda cáustica.

ii. *Método del sulfito:*

Existen varios procesos que pueden ser



<p>IMPACTO AMBIENTAL (cont.)</p>	<p>denominados de esta manera, en general todos se basan en la cocción de las astillas de la madera en compuestos de sulfito. El proceso produce una pasta mas clara débil y suave. Este proceso también permite el reciclaje de los compuestos empleados, pero en menor medida los alcalinos (menor eficiencia de recuperación en este caso de ácido sulfúrico Se liberan alrededor de 5 Kg. de dióxido de azufre por tonelada de pasta producida, con efectos idénticos a los de los métodos alcalinos.</p> <p>5. <i>Blanqueo de la pasta:</i> Se blanquea la pasta con removedores de lignina. La pasta proveniente de métodos mecánicos (gran cantidad de lignina) se aclara generalmente con peróxido de hidrógeno que cambia la estructura de la lignina y altera su color, pero no la elimina. Las técnicas convencionales de blanqueo degradan y remueven la lignina con gas cloro (Cl_2). Luego la pasta es blanqueada en etapas con dióxido de cloro (ClO_2) e Hipoclorito de sodio ($NaOCl$). El gas cloro empleado es altamente reactivo y se combina con la materia orgánica de la pasta formando compuestos organoclorados. No se conoce con precisión la cantidad de compuestos organoclorados formados en el proceso de blanqueo y presentes en los efluentes de la planta, se han podido identificar alrededor de 300 (incluyendo dioxinas, furanos, clorofenoles y bencenos clorados). Se piensa que los</p>	
---	---	--

**IMPACTO
AMBIENTAL (cont.)**

compuestos organoclorados identificados totalizan apenas un 10 % del total que se encuentra en los efluentes, es decir se desconoce la mayor parte. Estos compuestos afectan la vida acuática y se almacenan en los tejidos grasos de los organismos, bioacumulándose a lo largo de la cadena alimentaria. Provocan en los seres humanos provocan trastornos en los sistemas inmunológico, nervioso y reproductor, han sido identificados algunos compuestos de este tipo también considerados cancerígenos y mutagénicos

6. *Proceso de laminación de la pasta en máquina:* En este proceso, a pesar de emplearse solo algunos aditivos se producen efluentes provenientes de la expulsión del líquido proveniente del blanqueo de la pasta, la naturaleza de los problemas que puede producir este es parecida a los mencionados en el punto anterior.
7. *Uso del agua en fabricación:* El uso de agua en la fabricación de papel y cartón como hemos visto en los procesos descriptos en los otros ítems es de singular importancia, el promedio de este uso oscila entre 10 y 20 m³ de agua por tonelada de papel o cartón producido.
8. *Uso y disposición final:* El papel y cartón representa en promedio el 24 % en peso de los residuos recolectados para su disposición final en Buenos Aires. Este porcentaje solo es superado por los desechos alimenticios (33 %). El sistema de disposición final de residuos sólidos en la Ciudad de Buenos Aires y el conurbano es el relleno sanitario. El principal y constante problema de este tipo de disposición es conseguir tierras para poder efectuarlo. De aquí se desprende que el principal impacto ambiental del papel y cartón es que ocupa demasiado espacio en el relleno sanitario y disminuye su vida útil si no se toman medidas que promuevan su reuso.



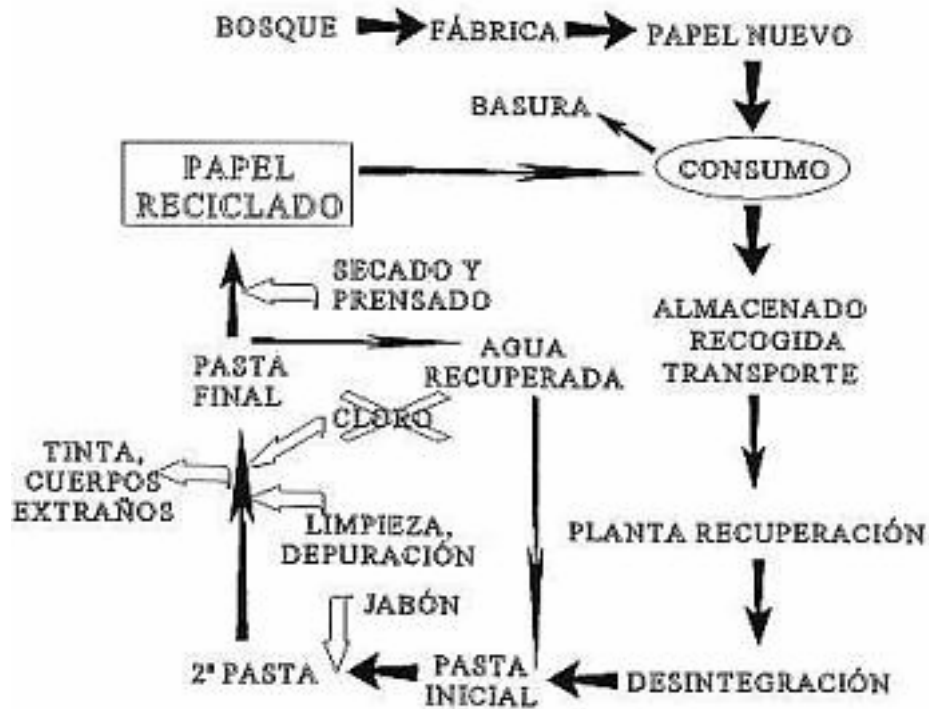
OPCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La principal medida de mitigación para el impacto ambiental enunciado en la sección anterior es el reciclado del papel. A continuación veremos que cual es la mitigación de impactos en el ciclo de vida del papel reciclado

1. *Talado de los árboles* : Esta etapa seguirá existiendo porque un mismo papel se puede reciclar entre tres y ocho veces, debido a que las fibras de celulosa se van rompiendo en cada procesado, esto quiere decir que se va a seguir necesitando pasta virgen. De todas maneras la explotación disminuiría considerablemente permitiendo una mejor conservación del recurso y disminuyendo su impacto en el medio ambiente .
2. *Traslado de los troncos a la planta*: Al disminuir el uso de troncos talados, obviamente también disminuirá el impacto de su transporte a las plantas.
3. *Descortezado de madera*: Sucede lo mismo que en los dos ítems anteriores.
4. *Recolección, transporte y selección del papel de desecho*: Si se desea obtener papel de calidad, es importante que se seleccione el tipo de papel usado que se va a tratar. Esta nueva etapa debe hacerse en forma ordenada en centros ad hoc. Es de primordial importancia la participación de la población en esta actividad porque se disminuye el impacto que significa tener que hacer la selección del papel en el estado en que llega a la vía pública.
5. *Transformación de madera en pasta virgen*: En este ítem se reduce el impacto porque se disminuye el uso de pasta virgen.
6. *Transformación del papel de desecho en pasta por batido*: En esta parte del proceso se mezcla el papel de desecho en un fluido. Una gran hélice es la que se encarga de separar las fibras de celulosa, a la vez que deja los posibles restos de plásticos en trozos lo mas grandes posibles para facilitar el proceso de su eliminación
7. *Limpieza de impurezas de la pasta*: El papel de desecho tiene como inconveniente que una vez separadas las fibras, éstas quedan mezcladas con elementos ajenos que deben ser separados para poder hacer un papel de calidad. Los principales componentes de estas impurezas son los plásticos y la tinta.
 - a. *Plásticos*: Los plásticos tienen menor densidad que la pasta , se separan entonces con depuradores ciclónicos estáticos y dinámicos, así como en sistemas de dispersión Este proceso produce un residuo que debe ser dispuesto o tratado para disminuir su impacto.
 - b. *Tinta*: Las tintas se separan de la pasta por un proceso de flotación. Estos sistemas consisten en crear burbujas de aire que arrastren a superficie la tinta, que una vez allí se remueve con facilidad. Este proceso produce un residuo que debe ser dispuesto o tratado para disminuir su impacto.
8. *Blanqueo de la pasta*: El proceso que se usa es el mismo que con la pasta virgen, pero la cantidad de químicos usados es menor porque las fibras ya pasaron en ciclos anteriores por este proceso, entonces el impacto se reduce. De todas formas la pasta puede ser blanqueada por métodos que no emplean cloro – **Totalmente libres de cloro (TCF)**. Se utilizan para ello blanqueadores a base de oxígeno (peróxido de hidrógeno), ozono y oxígeno gaseoso. Las organizaciones ambientalistas sostienen que este tipo de procesos es mas baratos que utilizar cloro y depurar los barros residuales.
9. *Proceso de laminación de la pasta en máquina*: En este proceso, a pesar de emplearse solo algunos aditivos se producen efluentes provenientes de la expulsión del líquido proveniente del blanqueo de la pasta, la naturaleza de los problemas que puede producir este es parecida a los mencionados en el punto anterior. Sin embargo si se utilizan procesos libres de cloro la disminución del impacto ambiental será manifiesta.
10. *Uso del agua en fabricación*: El uso de agua en la fabricación de papel y cartón se puede mitigar por reuso de los efluentes de la fabricación para minimizar el impacto que la explotación del agua y la producción de los efluentes tienen en el medio ambiente, esto se consigue por sistemas que funcionen prácticamente como “Ciclos cerrados” haciendo que la única incorporación de agua fresca al sistema se haga para recuperar la que se pierde por evaporación en el secado de la pasta.
11. *Uso y disposición final*: Al hablar de que la principal medida de mitigación al impacto ambiental del uso del papel es reciclarlo, se esta dando una orientación en cuanto a medidas en el uso del mismo. Algunas de las medidas de mitigación posibles a tomar en este ítem podrían ser las siguientes:
 - a. Campañas de concientización a nivel población ,en especial infantil, sobre las ventajas del uso de papel reciclado. Estas deben ser continuas y debe explicarse lo mas

- claramente posible la naturaleza del problema.
- b. Estimular un sistema de selección en origen del papel (y obviamente otro tipo de materiales) por parte de la población y organizar los sistemas de gestión para recogida selectiva de residuos.
 - c. Propender al uso de papel reciclado en las oficinas de reparticiones públicas, bancos y otras instituciones, debido a que en estos lugares es donde se origina la mayor cantidad del mismo
 - d. Subsidiar (mediante una baja de impuestos, créditos blandos, etc) a las empresas papeleras para que adapten su sistema de producción para la fabricación de papel reciclado y hacer cumplir las regulaciones en tratamiento de efluentes, Estimular la construcción de plantas de destintado de papel postconsumo.
 - e. En las políticas que se apliquen desde los gobiernos sobre reciclaje, se deben postular objetivos claros y su cumplimiento debe ser programado en etapas con lapsos de tiempo estipulados de cumplimiento. Se deben basar en estimaciones realistas, por ejemplo, entender que es imposible reciclar el 100 % de lo que se usa. En Estados Unidos la industria del papel recupera y recicla un 48% del papel que se utiliza en el mercado.

En la figura a continuación se ve un diagrama de la fabricación de papel reciclado



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO

Las especificaciones técnicas para determinar si un papel es apto para ser reciclado y en que condiciones debe llegar a la planta de procesamiento dependen del origen del papel que llega, de sus características y el estado en que este se encuentra.

Los tipos de papel mas usuales y sus especificaciones son los siguientes:

▪ *Papel de periódico*

Según las directrices del Instituto Americano del papel en su directriz PS -90 (Paper Stock = papel almacenado) existen cuatro calidades básicas:

- Periódico (calidad 6): Puede contener hasta un 5 % de cualquier papel, hasta un 0,5 % de materiales prohibidos (cualquier material que haga inutilizable el papel o dañe el equipo) y hasta un 2 % de material rechazable (papeles que no están en condiciones de ser vendidos según su calidad específica). Estos papeles se utilizan para la fabricación de aislamiento y cartón.
- Periódico especial (calidad 7): No puede contener otros papeles que no sean de periódico y no puede contener mas que el porcentaje normal de secciones rotogradas y coloreadas. No se permiten materiales prohibidos y si hasta un 2 % de materias rechazables. Estos papeles se utilizan para la fabricación de aislamiento y cartón.
- Periódico especial de calidad destintamiento (calidad 8): No puede contener papel que no sea de periódicos. No se permiten materiales prohibidos. las materias rechazables se limitan al 0,25 %. Las secciones rotogradas y coloreadas no pueden exceder los porcentajes normales. Deben ser de reciente usos y no deben haber sido afectados por el sol o la humedad. Este papel se emplea en la fabricación de periódicos nuevos
- Periódico de sobretirada (calidad 9): Se trata de tiradas excesivas que no han sido utilizadas. Los requisitos son los mismos que para la calidad 8, excepto en materias rechazables, que no se




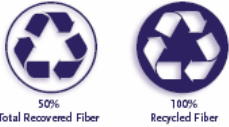


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO (cont.)


permiten. Este papel también se emplea en la fabricación de periódicos nuevos.

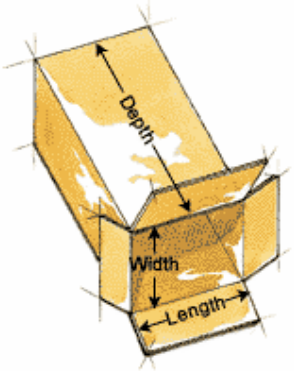
- *Otros tipos de papel* como el de oficina, Libros, guías telefónicas, papel residual comercial o industrial y de calidades especiales, deberán ser consultadas las empresas que se ocupen de su reciclado para saber sus especificaciones exactas.
- Una condición *sine qua non* para la recuperación de cualquier tipo de papel post consumo es que no haya estado en contacto con residuos sólidos urbanos, debido a que las medidas de seguridad para mantener el almacenamiento pre-procesamiento y el producto final, libre de vectores y olores haría prohibitivos los costos.
- Para una mayor información sobre las especificaciones técnicas del reciclado de papel recomendamos la consulta de las siguientes normas ASTM:
 - D6149-97 Especificaciones estándar papel de periódico, incluyendo papel de periódico fabricado con fibras reciclada.
 - D2019-97 Método y tests estándar para determinación de suciedad en papeles y cartones.
 - D1030-95 (1999) Método y tests estándar para análisis de fibras en papeles y cartones.
 - D 1968-99^a Terminología estándar relativa al papel y productos fabricados con papel.
 - D2175-97 Método y tests estándar para Cargamentos de libros y determinación de su numero de páginas.
 - D5663-97 Guía estándar para la validación del material reciclable contenido en el papel de embalaje y cartón.
 - D585-97 Prácticas estándar para el muestreo y aceptación de lotes de papel, cartón, láminas y productos relacionados.




UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO, MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL	<p><i>Usos actuales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cartón para embalaje ➤ Cartón ➤ periódicos ➤ papel tissue ➤ papel de escritura o impresión ➤ Aislante en la construcción, papel de embalaje <p><i>Usos futuros:</i></p> <p>En general se le dará los mismos usos que ahora, se incrementará el reciclado de papel y probablemente la informática, cuando termine de generalizarse el uso de las computadoras e Internet, disminuirá el uso del mismo (un ejemplo de esto son las ediciones de periódicos en Internet).</p>	


<p>MATERIAL</p>	<p>CARTÓN</p>	
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>:</p> <p>Se denomina cartón, a una variante del papel, se compone de varias capas de éste, las cuales, superpuestas y combinadas de diferentes formas, le dan su rigidez característica.</p> <p>Un papel se considera cartón cuando su densidad superficial supera los 65 gr. / m²</p>	
<p>CÓMO SE PRODUCE</p>	<p>La producción clásica de cartón se hace siguiendo los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. <i>Talado de los árboles</i> : Son necesarios para la producción del papel. 8. <i>Transporte de madera hasta la fábrica</i>: Los troncos de madera son transportados desde la explotación forestal en la que han sido talados hasta la fábrica en la que se van a tratar para la obtención del papel. 9. <i>Descortezado de madera</i>: Los troncos son llevados a unos grandes cilindros huecos giratorios. El rozamiento que se produce entre la pared interior de los cilindros y los troncos, hace que la corteza se separe del núcleo del tronco. 10. <i>Transformación de madera en pasta</i>: El objetivo en esta parte del proceso es la separación de las fibras (celulosa) que constituyen el núcleo del tronco. Para ello se deben romper las uniones entre fibras constituidas por ligninas y otros elementos. Se pueden seguir dos métodos para conseguir este objetivo: <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Proceso Mecánico</i>: Empleando un proceso similar al que se ve en un molino. En una gran cámara se hace girar sobre su eje a una piedra que es la que se encarga, por fricción , de separar las fibras de las que está compuesto el tronco del árbol. b. <i>Proceso Químico</i>: La madera 	

<p>CÓMO SE PRODUCE (cont.)</p>	<p>reducida a la granulometría adecuada se cuece en un gran recipiente a presión añadiéndole diversos productos como en los métodos alcalinos : soda cáustica, Hidróxido de sodio – sulfuro de sodio (proceso Kraft), el método del sulfito no se utiliza en la producción del cartón porque las fibras obtenidas no tienen la resistencia suficiente.</p> <p>11. <i>Blanqueo de la pasta:</i> Dependiendo de la blancura inicial de las fibras, de la blancura que se quiera obtener del cartón y del proceso empleado para la obtención de la pasta es necesario aplicar un sistema de blanqueo adecuado. En general la pasta se trata con productos químicos tales como: Cloro, Hipoclorito de sodio, dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno, Soda cáustica u otros blanqueadores. En general en el cartón no se usa esta etapa, por el poco uso del cartón de color blanco.</p> <p>12. <i>Proceso de laminación de la pasta en máquina:</i> Consiste en disponer las fibras en una solución acuosa con consistencias comprendidas entre 4 y 12 gr. / l, de tal forma que puedan unirse convenientemente y posteriormente secarse por sistemas gravimétricos, mecánicos y térmicos para obtener una lámina de papel con una proporción de humedad comprendida entre el 7% y 9%.</p>	
---------------------------------------	---	---

<p>APLICACIONES</p>	<p>Existe una innumerable cantidad de aplicaciones del cartón, citaremos algunas de ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Materia prima para la impresión de tapas de libros, catálogos, mapas. ▪ Materia prima para la fabricación de tapas de elementos de escritura como cuadernos, blocks de hojas en blanco, etc. ▪ Elemento de embalaje, ya sea en forma de caja, tanto de la variedad corrugada como normal. ▪ Como aislante de la temperatura en paredes. ▪ como materia prima en el bricolaje. ▪ Y una gran cantidad de usos mas. 	
	<p>El Cartón como cualquier otro producto o proceso utilizado por la sociedad moderna, produce un impacto en el medio ambiente. Este debe ser evaluado en forma objetiva y científica a través del “ecobalance” o “análisis del ciclo de vida”.</p> <p>Seguiremos la secuencia de fabricación del papel enumerando el impacto de cada una de las etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. <i>Talado de los árboles</i> : La importancia del impacto provocado por esta etapa es tremenda debido a que los vegetales son los principales productores de oxígeno del planeta. 10. <i>Traslado de los troncos a la planta</i>: Cualquiera sea la forma de traslado a 	

<p>IMPACTO AMBIENTAL</p>	<p>la planta de fabricación, esta producirá un impacto en el medio ambiente. Esta puede ser : <u>Camión</u>: contaminación por las emanaciones de los motores del mismo; <u>Ferrovial</u>: En general se efectúa con menor contaminación, porque las cantidades transportadas son mayores, pero el productor de contaminación es uno solo; <u>Fluvial</u>: De ser por barco es un método comparable al ferrovial, si fuera flotando por un canal, los troncos contaminarán el curso de agua al disminuir su porcentaje de oxígeno disuelto y facilitando las condiciones de anaerobiosis por impedir el ingreso de luz solar en los cursos y el crecimiento de algas productoras de oxígeno en los lugares de carga.</p> <p>11. <i>Descortezado de madera</i>: El material que se descarta de este proceso, de no ser aprovechado, se transforma en residuo, que debe ser dispuesto o tratado.</p> <p>12. <i>Transformación de madera en pasta</i>:</p> <p>a. <i>Método Mecánico</i>: Este método de fabricación de pasta es mas eficiente que los químicos porque produce mayor cantidad de pasta por unidad de madera empleada. La pasta es de menor calidad y se usa para la impresión de diarios o guías telefónicas. Los efluentes de las fábricas que emplean este proceso contienen resinas ácidas altamente tóxicas, que pueden ser encontradas también en la naturaleza, pero no en esta concentración dañina.</p> <p>b. <i>Método Químico</i>:</p> <p>i. <i>Métodos Alcalinos</i>: El proceso Kraft produce una pasta marrón y produce emisiones tóxicas al aire, tales como dióxido de azufre (entre 1 y 3 Kg. por TN de pasta. Este contaminante es uno de los principales responsables de la lluvia ácida y produce un olor característico (huevo podrido). Las aguas residuales provenientes del proceso de cocción de la madera (licor negro) son altamente contaminantes. En los efluentes líquidos se liberan también restos de celulosa que se depositan en los fondos acuáticos acabando con la vida acuática existente en ellos. Estos son responsables de la alta DBO por parte de los microorganismos que degradan estas fibras provocando la</p>	 
<p>IMPACTO AMBIENTAL (cont.)</p>		

<p>IMPACTO AMBIENTAL (cont.)</p>	<p>disminución drástica del Oxígeno disuelto en el curso de agua . Las sales de aluminio que se utilizan en los procesos de purificación del agua para los procesos disminuyen el pH del agua del curso provocando ante el aumento de acidez de la misma la disminución de la fauna y flora en el mismo. Los residuos de la fabricación de la pasta pueden producir contaminación de la atmósfera si son incinerados.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Método Kraft o del sulfato:</i> Se realiza una cocción de las astillas o chips de la madera en hidróxido de sodio usando como regenerante Sulfuro de sodio. 2. <i>Método de la soda cáustica:</i> Se realiza una cocción de las astillas o chips de la madera en hidróxido de sodio usando como regenerante carbonato de sodio, es decir, soda cáustica. 13. <i>Blanqueo de la pasta:</i> Como dijimos en el ítem anterior, el blanqueo de la pasta, no es tan usado en el cartón, porque su carácter rústico no lo hace necesario la mayoría de las veces, pero en caso de ser usado su impacto será: Se blanquea la pasta con removedores de lignina. La pasta proveniente de métodos mecánicos (gran cantidad de lignina) se aclara generalmente con peróxido de hidrógeno que cambia la estructura de la lignina y altera su color, pero no la elimina. Las técnicas convencionales de blanqueo degradan y remueven la lignina con gas cloro (Cl_2). Luego la pasta es blanqueada en etapas con dióxido de cloro (ClO_2) e Hipoclorito de sodio ($NaOCl$). El gas cloro empleado es altamente reactivo y se combina con la materia orgánica de la pasta formando compuestos organoclorados. No se conoce con precisión la cantidad de compuestos organoclorados formados en el proceso de blanqueo y presentes en los efluentes de la planta, se han podido identificar alrededor de 300 (incluyendo dioxinas, furanos, clorofenoles y bencenos clorados). Se piensa que los compuestos organoclorados identificados totalizan apenas un 10 % del total que se encuentra en los efluentes, es decir se desconoce la mayor parte. Estos compuestos afectan la vida acuática y se almacenan en los 	
---	---	---

<p>IMPACTO AMBIENTAL (cont.)</p>	<p>tejidos grasos de los organismos, bioacumulándose a lo largo de la cadena alimentaria. Provocan en los seres humanos provocan trastornos en los sistemas inmunológico, nervioso y reproductor, han sido identificados algunos compuestos de este tipo también considerados cancerígenos y mutagénicos</p> <p>14. <i>Proceso de laminación de la pasta en máquina:</i> En este proceso, a pesar de emplearse solo algunos aditivos se producen efluentes provenientes de la expulsión del líquido proveniente del blanqueo de la pasta, la naturaleza de los problemas que puede producir este es parecida a los mencionados en el punto anterior.</p> <p>15. <i>Uso del agua en fabricación:</i> El uso de agua en la fabricación de papel y cartón como hemos visto en los procesos descriptos en los otros ítems es de singular importancia, el promedio de este uso oscila entre 10 y 20 m3 de agua por tonelada de papel o cartón producido.</p> <p>16. <i>Uso y disposición final:</i> El papel y cartón representa en promedio el 24 % en peso de los residuos recolectados para su disposición final en Buenos Aires. Este porcentaje solo es superado por los desechos alimenticios (33 %). El sistema de disposición final de residuos sólidos en la Ciudad de Buenos Aires y el conurbano es el relleno sanitario. El principal y constante problema de este tipo de disposición es conseguir tierras para poder efectuarlo. De aquí se desprende que el principal impacto ambiental del papel y cartón es que ocupa demasiado espacio en el relleno sanitario y disminuye su vida útil si no se toman medidas que promuevan su reuso.</p>	
---	---	--

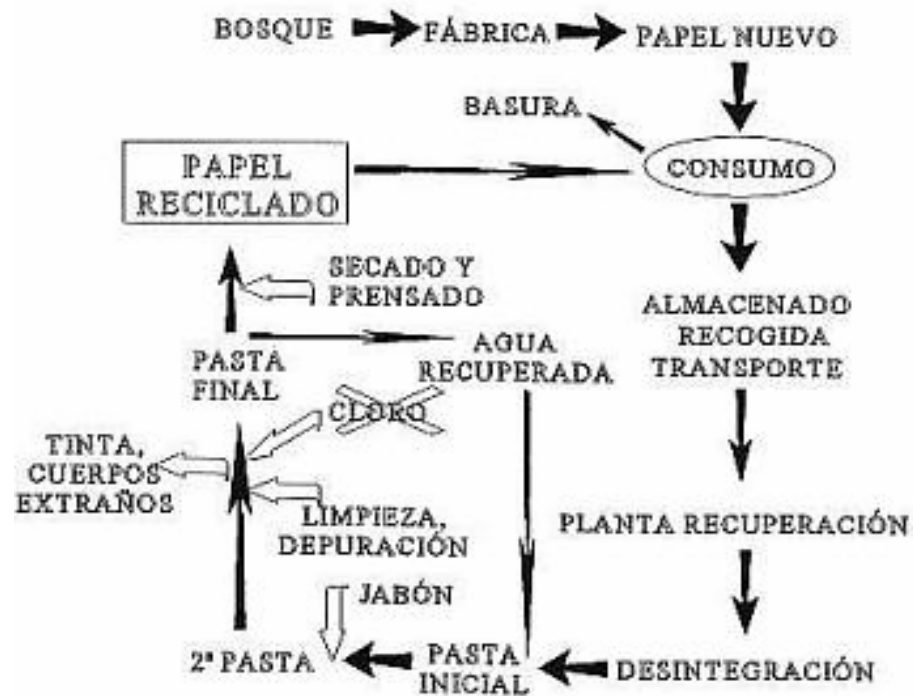
OPCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La principal medida de mitigación para el impacto ambiental enunciado en la sección anterior es el reciclado del cartón y la disminución del uso del Packaging. A continuación veremos que cual es la mitigación de impactos en el ciclo de vida del cartón reciclado

1. *Talado de los árboles* : Esta etapa seguirá existiendo porque un mismo cartón se puede reciclar entre tres y ocho veces, debido a que las fibras de celulosa se van rompiendo en cada procesado, esto quiere decir que se va a seguir necesitando pasta virgen. De todas maneras la explotación disminuiría considerablemente permitiendo una mejor conservación del recurso y disminuyendo su impacto en el medio ambiente .
2. *Traslado de los troncos a la planta*: Al disminuir el uso de troncos talados, obviamente también disminuirá el impacto de su transporte a las plantas.
3. *Descortezado de madera*: Sucede lo mismo que en los dos ítems anteriores.
4. *Recolección, transporte y selección del cartón y papel de desecho*: Si se desea obtener cartón de calidad, es importante que se seleccione el tipo de cartón y papel usado que se va a tratar. Esta nueva etapa debe hacerse en forma ordenada en centros ad hoc. Es de primordial importancia la participación de la población en esta actividad porque se disminuye el impacto que significa tener que hacer la selección del cartón en el estado en que llega a la vía pública.
5. *Transformación de madera en pasta virgen*: En este ítem se reduce el impacto porque se disminuye el uso de pasta virgen.
6. *Transformación del papel de desecho en pasta por batido*: En esta parte del proceso se mezcla el papel y cartón de desecho en un fluido. Una gran hélice es la que se encarga de separar las fibras de celulosa, a la vez que deja los posibles restos de plásticos en trozos lo mas grandes posibles para facilitar el proceso de su eliminación
7. *Limpeza de impurezas de la pasta*: El papel y el cartón de desecho tiene como inconveniente que una vez separadas las fibras, éstas quedan mezcladas con elementos ajenos que deben ser separados para poder hacer un papel de calidad. Los principales componentes de estas impurezas son los plásticos y la tinta.
 - d. *Plásticos*: Los plásticos tienen menor densidad que la pasta , se separan entonces con depuradores ciclónicos estáticos y dinámicos, así como en sistemas de dispersión Este proceso produce un residuo que debe ser dispuesto o tratado para disminuir su impacto.
 - e. *Tinta*: Las tintas se separan de la pasta por un proceso de flotación. Estos sistemas consisten en crear burbujas de aire que arrastren a superficie la tinta, que una vez allí se remueve con facilidad. Este proceso produce un residuo que debe ser dispuesto o tratado para disminuir su impacto.
8. *Blanqueo de la pasta*: El proceso que se usa es el mismo que con la pasta virgen, pero la cantidad de químicos usados es menor porque las fibras ya pasaron en ciclos anteriores por este proceso, entonces el impacto se reduce. De todas formas la pasta puede ser blanqueada por métodos que no emplean cloro – **Totalmente libres de cloro (TCF)**. Se utilizan para ello blanqueadores a base de oxígeno (peróxido de hidrógeno), ozono y oxígeno gaseoso. Las organizaciones ambientalistas sostienen que este tipo de procesos es mas baratos que utilizar cloro y depurar los barros residuales.
9. *Proceso de laminación de la pasta en máquina*: En este proceso, a pesar de emplearse solo algunos aditivos se producen efluentes provenientes de la expulsión del líquido proveniente del blanqueo de la pasta, la naturaleza de los problemas que puede producir este es parecida a los mencionados en el punto anterior. Sin embargo si se utilizan procesos libres de cloro la disminución del impacto ambiental será manifiesta.
10. *Uso del agua en fabricación*: El uso de agua en la fabricación de papel y cartón se puede mitigar por reuso de los efluentes de la fabricación para minimizar el impacto que la explotación del agua y la producción de los efluentes tienen en el medio ambiente, esto se consigue por sistemas que funcionen prácticamente como "Ciclos cerrados" haciendo que la única incorporación de agua fresca al sistema se haga para recuperar la que se pierde por evaporación en el secado de la pasta. Se puede llegar a valores de 1,14 m3 de agua por Tonelada de papel o cartón producido, alrededor del 10 % de lo utilizado con tecnologías clásicas.
11. *Uso y disposición final*: Al hablar de que la principal medida de mitigación al impacto ambiental del uso del papel es reciclarlo, se esta dando una orientación en cuanto a medidas en el uso del mismo. Algunas de las medidas de mitigación posibles a tomar en este ítem podrían ser las siguientes:
 - a. Campañas de concientización a nivel población ,en especial infantil, sobre las ventajas del uso de cartón reciclado. Estas deben ser continuas y debe explicarse lo mas claramente posible la naturaleza del problema.

- b. Estimular un sistema de selección en origen del cartón (y obviamente otro tipo de materiales) por parte de la población y organizar los sistemas de gestión para recogida selectiva de residuos.
- c. Propender al uso de cartón reciclado en los Shoppings, supermercados e instituciones públicas, debido a que en estos lugares es donde se origina la mayor cantidad del mismo.
- d. Estimular los contratos entre industrias cartoneras, para que absorban directamente de los grandes productores los cartones post-consumo enfardados debidamente y en condiciones para su reciclaje
- e. Subsidiar (mediante una baja de impuestos, créditos blandos, etc) a las empresas papeleras para que adapten su sistema de producción para la fabricación de papel y cartón reciclado y hacer cumplir las regulaciones en tratamiento de efluentes, Estimular la construcción de plantas de destintado de papel postconsumo. En las políticas que se apliquen desde los gobiernos sobre reciclaje, se deben postular objetivos claros y su cumplimiento debe ser programado en etapas con lapsos de tiempo estipulados de cumplimiento. Se deben basar en estimaciones realistas, por ejemplo, entender que es imposible reciclar el 100 % de lo que se usa. En Estados Unidos la industria del papel y cartón recupera y recicla un 48% del papel que se utiliza en el mercado.

En la figura a continuación se ve un diagrama de la fabricación de papel y cartón reciclado



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO

Las especificaciones técnicas para determinar si un cartón es apto para ser reciclado y en que condiciones debe llegar a la planta de procesamiento dependen del origen del cartón que llega, de sus características y el estado en que este se encuentra.

Los tipos de cartón mas usuales y sus especificaciones son los siguientes:

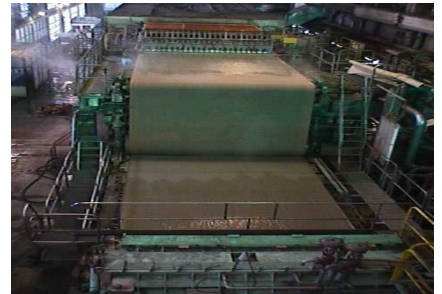
- *Cartón corrugado*

Las directrices del Instituto Americano del papel en su norma PS -90 (Paper Stock = papel almacenado) describen los envases de cartón corrugado de calidad 11, como aquellos formados por envases de productos embalados, con revestimientos "test liner", yute o Kraft, y limitan los materiales prohibidos a un 1 %y el total de materias rechazables al 5 % , además de estas normas los mercados individuales desarrollan requisitos mas precisos.

En cuanto a los contaminantes que pueden limitar la comerciabilidad de los envases de cartón corrugado, los compradores frecuentemente citan en sus propuestas de compra los específicamente prohibidos, estos incluyen

- Cartones satinados o ceras
- cualquier cartón que haya contenido un producto agrícola, carne o aves.
- Ídem cualquier comida, envasada o no envasada.
- Cualquier plástico o espuma plástica (styrofoam).
- Botellas o porta botellas.
- Carteles y otros materiales publicitarios.
- Suciedad barreduras de suelo, madera, metal, residuos orgánicos.
- Cualquier tipo de cinta, excepto la cinta de papel Kraft, con adhesivo soluble en agua.
- Revistas, periódicos, libros blandos, cartulina, papel de aluminio.

- Una condición *sine qua non* para



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO (cont.)

la recuperación de cualquier tipo de cartón post consumo es que no haya estado en contacto con residuos sólidos urbanos, debido a que las medidas de seguridad para mantener el almacenamiento pre-procesamiento y el producto final, libre de vectores y olores haría prohibitivos los costos.

- Para una mayor información sobre las especificaciones técnicas del reciclado de papel recomendamos la consulta de las siguientes normas ASTM:
 - D2019-97 Método y tests estándar para determinación de suciedad en papeles y cartones.
 - D1030-95 (1999) Método y tests estándar para análisis de fibras en papeles y cartones.
 - D 1968-99^a Terminología estándar relativa al papel y productos fabricados con papel.
 - D2175-97 Método y tests estándar para Cargamentos de libros y determinación de su numero de páginas.
 - D5663-97 Guía estándar para la validación del material reciclable contenido en el papel de embalaje y cartón.
 - D585-97 Prácticas estándar para el muestreo y aceptación de lotes de papel, cartón, láminas y productos relacionados.



✓ Cost-effective



✓ Innovative




✓ Protective



✓ Versatile Design



✓ Environmentally-Friendly

<p>UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO, MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL</p>	<p><i>Usos actuales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cartón para embalaje ➤ Cartón ➤ periódicos ➤ papel tissue ➤ Aislante en la construcción, papel de embalaje <p><i>Usos futuros:</i></p> <p>En general se le dará los mismos usos que ahora, se incrementará el reciclado de cartón. La caja de cartón corrugado sigue siendo el sistema mas eficiente de transporte de los bienes hasta el mercado.</p>	
--	---	---

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Manual McGraw-Hill de reciclaje - Herbert F.Lund 1993
- Gestión integral de residuos sólidos – George Tchobanoglous; Hilary Theisen; Samuel A.Vigil
- Normas ASTM
- Sistema efluente cero en la fabricación de papel – Zucamor – Premio Ciudadanía Empresaria 2001


REVISTAS

- American Forest & Paper Association- Paper Recovery Progress – Report Mayo 2001

INTERNET

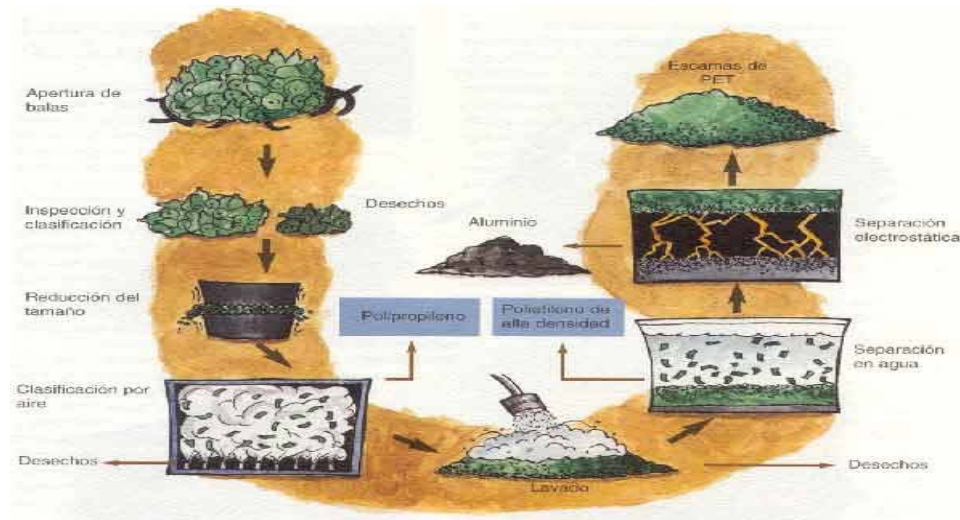
- www.Miexamen.com – El papel
- Waste Age and other magazines <http://www.industryclick.com>
- www.greenpeaceargentina.com.ar- Impactos de la producción de papel

<p>MATERIAL</p>	<p>POLIETILENO TEREFTALATO (PET)</p>	
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durable, fuerte. ▪ Resistente al agrietamiento (stress crack). ▪ Alta relación Fortaleza / Peso. ▪ Colores: Cristal, Ámbar, verde, otros. ▪ Alto brillo y claridad. ▪ No imparte gusto ni olor. ▪ Barrera ante los gases. ▪ Llenable en caliente. ▪ Resistente a compuestos químicos 	
<p>CÓMO SE PRODUCE</p>	<p>El PET está hecho a partir de petróleo crudo, gas y aire. Su composición aproximada es de 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. El PET no contiene Halógenos, ni Azufre, ni Nitrógeno. Ampliando, el PET se produce de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A partir del petróleo crudo, se extrae paraxileno y se oxida con el oxígeno del aire para generar ácido tereftálico. ▪ El etileno, obtenido por otro lado a partir del gas natural, es oxidado con el oxígeno del aire para generar etilenglicol. ▪ El PET se obtiene a partir de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol. ▪ En su producción se deben tomar los recaudos necesarios, puesto que se emplean sustancias irritantes y durante la misma pueden emplearse metales pesados como catalizadores, que pueden terminar liberándose en el ambiente. 	

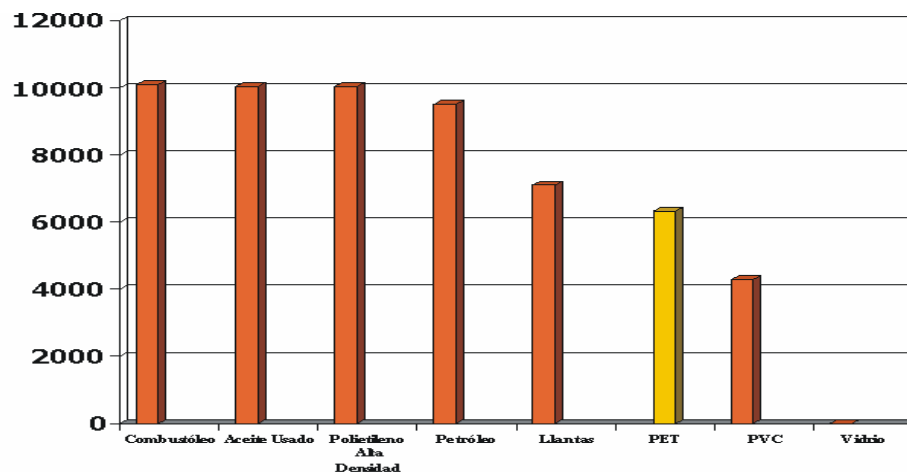
<p>APLICACIONES</p>	<p>Se usa principalmente en tres tipos de elementos, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fibras: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Alfombras ➢ Ropa ➢ Telas para decoración (cortinados, ropa de cama, tapicería, etc. ▪ Packaging: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Bebidas (gaseosas, agua mineral, jugos, etc.) ➢ Comidas. ➢ Perfumería y cosméticos. ➢ Productos para el hogar (bandejas, vasos descartables, etc.). ➢ Licores. ➢ Productos farmacéuticos. ▪ Film: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Radiografías. ➢ Cintas de audio y video. 	
<p>IMPACTO AMBIENTAL</p>	<p>El PET, como cualquier otro producto o proceso utilizado por la sociedad moderna, produce un impacto en el medio ambiente. Este debe ser evaluado en forma objetiva y científica a través del “ecobalance” o “análisis del ciclo de vida”. Aunque los envases de PET no se descomponen y no contienen componentes nocivos para el medio ambiente, por lo tanto no pueden contaminar con lixiviado líquido o gaseoso las aguas subterráneas o el aire. La mayoría de los envases de PET no contienen aditivos, tales como estabilizadores, plastificantes o antioxidantes. Basándose en la relación Resistencia / Peso el PET produce menos residuos sólidos por unidad que el aluminio o el vidrio.</p>	

OPCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- *Reducción en la fuente:* Es la opción mas importante para disminuir la cantidad de residuos generados y el ahorro de recursos. En el caso del PET, la mejoras tecnológicas en la producción de la resina y la innovación de los diseños de los productos producidos permite una disminución en el peso de los mismos con las mismas prestaciones.
- *Reciclado mecánico:* El producto de la recolección va a estaciones de reciclaje donde es molido en forma de copos, estos se separan y limpian según las especificaciones del mercado. El PET recuperado se vende a fabricantes de productos de uso no sanitario. Vemos a continuación un esquema del proceso de reciclado.



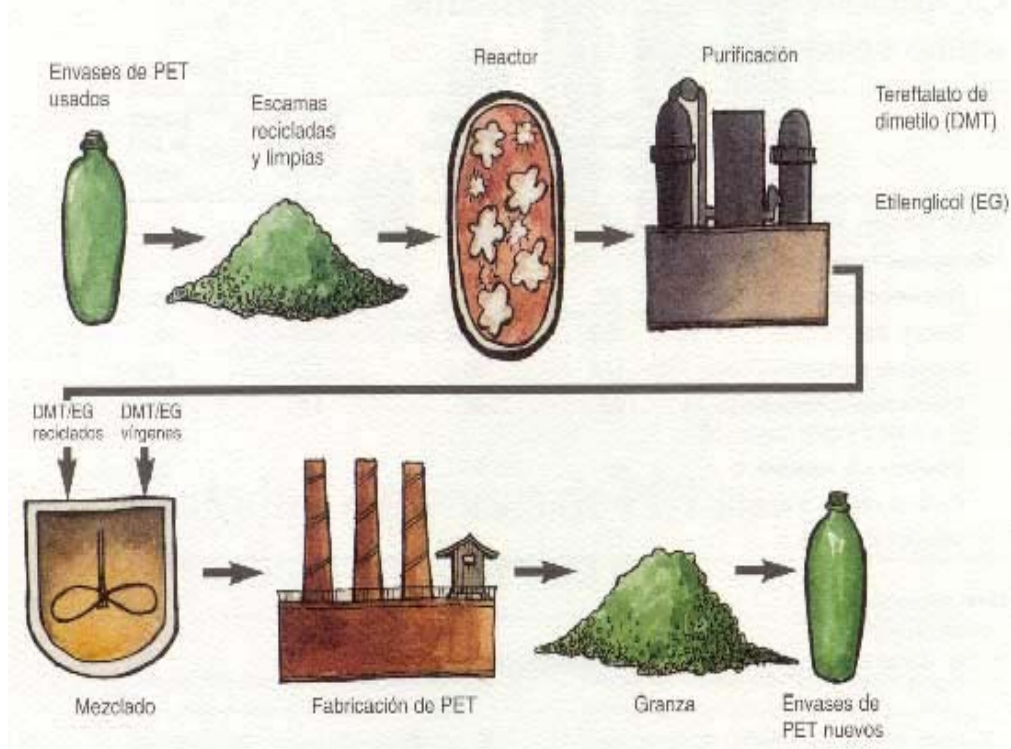
- *Recuperación energética:* El PET tiene un contenido energético similar a los combustibles fósiles (6329 Kcal/Kg, comparable al carbón), esto permitiría su uso como combustible para la generación de electricidad o calefacción o como ayuda para una eficaz combustión de los residuos domiciliarios, pero se deben tomar los recaudos adecuados en ese proceso para impedir la contaminación atmosférica. Vemos a continuación una comparativa entre combustibles y el PET.





OPCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (continuación)

- *Reciclado químico:* El PET puede ser depolimerizado a través del proceso de metanólisis o glicólisis. Este proceso somete al PET a una reacción química que lo reduce a sus monómeros o a sus materias primas originales. El resultante es purificado o vuelto a reaccionar, dando un nuevo PET que puede usarse como si fuera recién producido. a continuación vemos un esquema del proceso de metanólisis.



El proceso de metanólisis



- *Relleno sanitario:* Puede ser dispuesto sin problemas en un relleno sanitario, puesto que sus componentes se mantienen estables en estas condiciones y no se degradan. Esto evita la generación de lixiviados, líquidos o gases que puedan perjudicar el aire suelo o las napas subterráneas. En el caso del PET, se lo considera demasiado valioso para darle este fin, la tendencia mundial de este momento es impulsar su reciclaje.

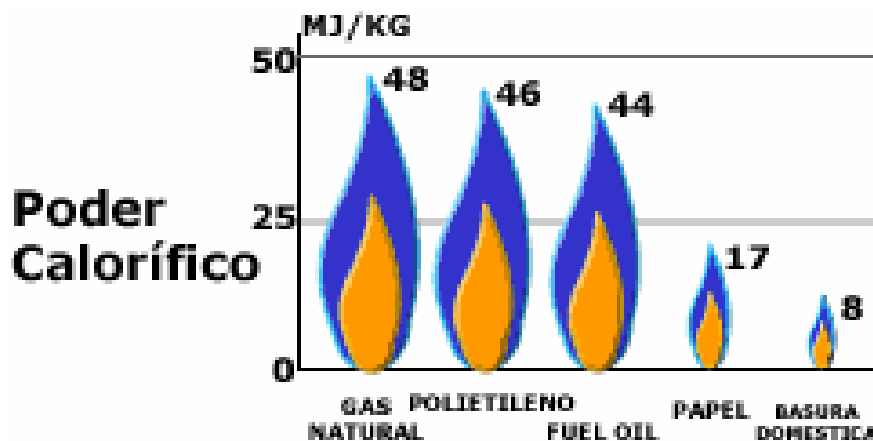
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO</p>	<p>Las especificaciones técnicas para poder reciclar el PET, son extremadamente rigurosas en cuanto a la calidad del PET postconsumo que llega a los centros de reciclado.</p> <p>El producto se recibe en fardos . Estos fardos se revisan, y luego se procede a molerlos y limpiarlos según las especificaciones técnicas de la industria que use este material. Se tolera una cantidad de impurezas de hasta un 2%.</p> <p>Como excepción se tiene a la presencia de PVC, este no puede existir en el material a reciclar desde ningún punto de vista. Como ejemplo en el reciclado de botellas de bebida, una sola botella de PVC puede contaminar una partida de 500 botellas de PET. Esta es una de las causas por las cuales la molienda se haga luego de seleccionar los fardos en la planta de reciclaje. La mejor forma de hacerlo por el momento es la manual porque la densidad del PET es igual a la del PVC, lo que dificulta la separación por medios mecánicos. Otra especificación a tener en cuenta es que el producto post – consumo a procesar no puede estar mas de seis meses depositado al aire libre porque sufre una degradación en sus propiedades. Para una información mas detallada sobre este punto se debe consultar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Normas ASTM <ul style="list-style-type: none"> ➢ D5033-00 Relativa al reciclaje y uso de plástico reciclado ➢ D5814-02 Prácticas estándar para la determinación de la contaminación en PET reciclado para uso en material electrónico. ➢ D5577-94 Técnicas estándar para la separación e identificación de contaminantes en plásticos reciclados. 	
<p>UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO, MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Mercado Actual:</i> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Fibra poliéster: <ul style="list-style-type: none"> o Para relleno como aislante térmico. o Para alfombras. o Para ropa. o Material de relleno en general. ➢ Combustible alternativo. ➢ Madera sintética. ➢ Envases de productos no alimenticios. ➢ Lámina plana. ➢ Lámina para termoformado. ➢ Flejes. ➢ Monofilamentos y cabos. ▪ <i>Mercado Potencial:</i> El PET es el plástico reciclable con mayor desarrollo. Las líneas a seguir en su futura reutilización estarán dadas por las citadas en el punto anterior, y el reemplazo en el uso de materiales mas impactantes al medio ambiente por parte del PET. 	

<p>MATERIAL</p>	<p>POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)</p>	
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Versátil (múltiples aplicaciones). ▪ Excelente aislante térmico. ▪ Transparente, opaco o en colores. ▪ Resistente a bajas temperaturas. ▪ higiénico y seguro. ▪ Inerte al ataque de productos químicos. ▪ Excelente barrera a la humedad. ▪ Económico. 	
<p>CÓMO SE PRODUCE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se produce a partir del ETILENO que es un derivado del petróleo o del gas natural ▪ El ETILENO es un gas que al ser sometido en un reactor a un proceso de polimerización , es decir la formación de cadenas largas de hidrocarburos que dan forma a la estructura de los plásticos. En la figura a continuación vemos reacción de polimerización: <div data-bbox="646 1062 1068 1209" data-label="Chemical-Block"> $\begin{array}{c} \text{H H} \quad \text{H H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{C}=\text{C} + \text{C}=\text{C} \rightarrow \text{---C---C---C---C---} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H H} \quad \text{H H} \quad \text{H H H H} \\ \text{ETILENO} \qquad \qquad \text{POLIETILENO} \end{array}$ </div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Largo de las cadenas moleculares: Aproximadamente entre 100 y 30.000 átomos de carbono. ▪ Peso de las cadenas moleculares: 140 a 4.200.000 g/mol. ▪ La reacción se realiza en presencia de un catalizador, presión y temperatura que posibilitan la formación de los POLÍMEROS. Estos son termoplásticos sólidos que tienen forma de granos denominados PELLETS. Estos se usan en la industria como materia prima para dar forma a los productos finales por medio de procesos de extrusión, soplado, moldeo o inyección. ▪ La variedades del polietileno dependen de su aplicación final, las mas comunes son el PEAD y el PEBD. 	



<p>APLICACIONES</p>	<p>Tiene los siguientes usos, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Caños: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua ➤ Electricidad ➤ Telefonía ➤ Gas ▪ Envases: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Botellas (envases sopladados). ➤ Bidones. ➤ Contenedores industriales. ➤ Cajones. ➤ Bolsas de supermercado. 	
<p>IMPACTO AMBIENTAL</p>	<p>El PEAD, como cualquier otro producto o proceso utilizado por la sociedad moderna, produce un impacto en el medio ambiente. Este debe ser evaluado en forma objetiva y científica a través del “ecobalance” o “análisis del ciclo de vida”. Aunque los envases de PEAD no se descomponen y no contienen componentes nocivos para el medio ambiente, por lo tanto no pueden contaminar con lixiviado líquido o gaseoso las aguas subterráneas o el aire.</p> <p>Ampliando, Las poliolefinas, como el PEAD contienen estructuras simples que no requieren el uso de aditivos plastificantes, aunque si se usan aditivos estabilizantes UV y antioxidantes. Las poliolefinas presentan pocos riesgos y tienen el mas elevado potencial de reciclaje mecánico. La materia prima del PEAD, el etileno, es altamente inflamable, pero, poco dañina para el ambiente</p>	




OPCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



- *Reducción en la fuente:* Es la opción mas importante para disminuir la cantidad de residuos generados y el ahorro de recursos. En el caso del PEAD, la mejoras tecnológicas en la producción de la resina y la innovación de los diseños de los productos producidos permite una disminución en el peso de los mismos con las mismas prestaciones.
- *Reciclado mecánico:* Las poliolefinas, como el PEAD, presentan pocos riesgos y tienen el mas elevado potencial de reciclaje mecánico. El PEAD se recicla fundiéndolo y volviéndolo a transformar en productos finales. El PEAD reciclado postconsumo se emplea para fabricar bolsas de residuos, caños, madera plástica para postes, marcos, film para agricultura, etc.
- *Recuperación energética:* El PEAD tiene un contenido energético similar a los combustibles fósiles, esto permitiría su uso como combustible para la generación de electricidad o calefacción o como ayuda para una eficaz combustión de los residuos domiciliarios, pero se deben tomar los recaudos adecuados en ese proceso para impedir la contaminación atmosférica. Vemos a continuación una comparativa entre combustibles y el PEAD.



- *Reciclado químico:* En la actualidad están en desarrollo técnicas de gran complejidad que permitirían el reciclado químico del polietileno y otros plásticos para la recuperación de sus componentes químicos naturales.
- *Relleno sanitario:* Puede ser dispuesto sin problemas en un relleno sanitario, puesto que sus componentes se mantienen estables en estas condiciones y no se degradan. Esto evita la generación de lixiviados, líquidos o gases que puedan perjudicar el aire suelo o las napas subterráneas. En el caso del PEAD, se lo considera demasiado valioso para darle este fin, la tendencia mundial de este momento es impulsar su reciclaje.

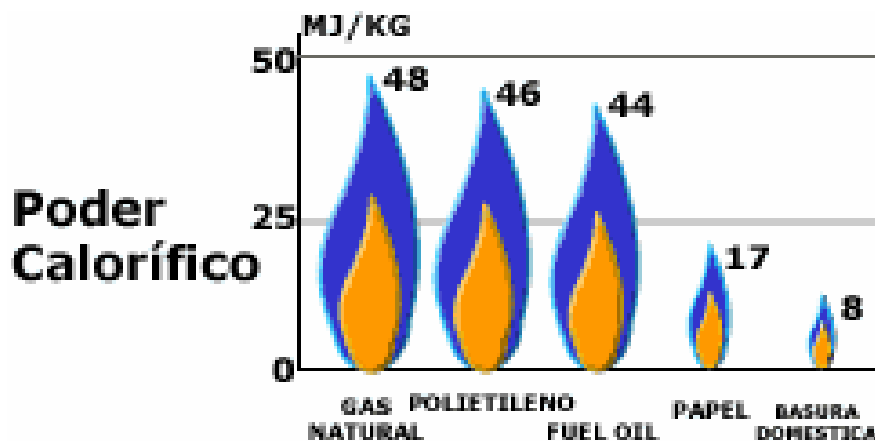
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO</p>	<p>El producto se recibe en fardos . Estos fardos se revisan, y luego se procede a molerlos y limpiarlos según las especificaciones técnicas de la industria que use este material postconsumo. Las especificaciones técnicas del PEAD, están dadas por estos factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Cantidad de impurezas tolerables menor al 2 %.</i> ▪ <i>Tiempo del almacenamiento para su procesado post – consumo 1 mes bajo protección de rayos UV.</i> ▪ <i>Color:</i> Se debe a la dificultad en la eliminación de los pigmentos o en su reutilización, o en la conservación de las propiedades de transparencia en un producto. Este hecho hace que el material reciclado se use principalmente en productos donde este no tenga importancia, como tuberías subterráneas de color gris o negro. ▪ <i>Mezcla con material virgen:</i> por ejemplo en los envases de tricapa que se usan en el aceite de motor y detergente, siendo la capa central de material reciclado y las que lo recubren (interior y exterior) de material virgen. ▪ <i>Uso en otros ámbitos no tradicionales, donde las normas de calidad no sean relevantes:</i> como bancos de parques, mesas de jardín, macetas para plantines. <p>Para una información mas detallada sobre este punto se debe consultar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Normas ASTM <ul style="list-style-type: none"> ➢ D5033-00 Relativa al reciclaje y uso de plástico reciclado ➢ D5577-94 Técnicas estándar para la separación e identificación de contaminantes en plásticos reciclados. ➢ D5203-98 Especificaciones estándar para plásticos de Polietileno moldeados y extruidos con PEAD reciclado post - consumo. 	
<p>UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO, MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Mercado Actual:</i> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Combustible alternativo. ➢ Madera sintética. ➢ Caños para agricultura y drenaje. ➢ Film para agricultura y curado de superficies en construcción. ➢ Marcos ▪ <i>Mercado Potencial:</i> El PEAD es un plástico reciclable con gran desarrollo en la actualidad. Las líneas a seguir en su futura reutilización estarán dadas por las citadas en el punto anterior, y el reemplazo en el uso de materiales mas impactantes al medio ambiente, como el PVC. 	

<p>MATERIAL</p>	<p>POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)</p>	
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Versátil (múltiples aplicaciones). ▪ Excelente aislante térmico. ▪ Transparente, opaco o en colores. ▪ Resistente a bajas temperaturas. ▪ higiénico y seguro. ▪ Inerte al ataque de productos químicos. ▪ Excelente barrera a la humedad. ▪ Económico. 	
<p>CÓMO SE PRODUCE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se produce a partir del ETILENO que es un derivado del petróleo o del gas natural ▪ El ETILENO es un gas que al ser sometido en un reactor a un proceso de polimerización , es decir la formación de cadenas largas de hidrocarburos que dan forma a la estructura de los plásticos. En la figura a continuación vemos reacción de polimerización: <div data-bbox="646 1062 1068 1209" data-label="Chemical-Block"> $\begin{array}{c} \text{H H} \quad \text{H H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{C}=\text{C} + \text{C}=\text{C} \rightarrow \text{---C---C---C---C---} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H H} \quad \text{H H} \quad \text{H H H H} \\ \text{ETILENO} \quad \quad \quad \text{POLIETILENO} \end{array}$ </div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Largo de las cadenas moleculares: Aproximadamente entre 100 y 30.000 átomos de carbono. ▪ Peso de las cadenas moleculares: 140 a 4.200.000 g/mol. ▪ La reacción se realiza en presencia de un catalizador, presión y temperatura que posibilitan la formación de los POLÍMEROS. Estos son termoplásticos sólidos que tienen forma de granos denominados PELLETS. Estos se usan en la industria como materia prima para dar forma a los productos finales por medio de procesos de extrusión, soplado, moldeo o inyección. ▪ La variedades del polietileno dependen de su aplicación final, las mas comunes son el PEAD y el PEBD. ▪ El PEBD se produce en dos variedades, convencional y lineal. 	



<p>APLICACIONES</p>	<p>Tiene los siguientes usos, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ mangueras para agricultura ▪ Bolsas de todo tipo ▪ Film en rollos para agricultura ▪ Base para pañales descartables. ▪ Como aislante de la humedad. 	
<p>IMPACTO AMBIENTAL</p>	<p>El PEBD, como cualquier otro producto o proceso utilizado por la sociedad moderna, produce un impacto en el medio ambiente. Este debe ser evaluado en forma objetiva y científica a través del “ecobalance” o “análisis del ciclo de vida”. Aunque los elementos de PEBD no se descomponen y no contienen componentes nocivos para el medio ambiente, por lo tanto no pueden contaminar con lixiviado líquido o gaseoso las aguas subterráneas o el aire.</p> <p>Ampliando, Las poliolefinas, como el PEBD contienen estructuras simples que no requieren el uso de aditivos plastificantes, aunque si se usan aditivos estabilizantes UV y antioxidantes. Las poliolefinas presentan pocos riesgos y tienen el mas elevado potencial de reciclaje mecánico. La materia prima del PEBD, el etileno, es altamente inflamable, pero, de bajo impacto para el ambiente</p>	


OPCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- *Reducción en la fuente:* Es la opción mas importante para disminuir la cantidad de residuos generados y el ahorro de recursos. En el caso del PEBD, la mejoras tecnológicas en la producción de la resina y la innovación de los diseños de los productos producidos permite una disminución en el peso de los mismos con las mismas prestaciones.
- *Reciclado mecánico:* Las poliolefinas, como el PEAD, presentan pocos riesgos y tienen el mas elevado potencial de reciclaje mecánico. El PEBD se recicla fundiéndolo y volviéndolo a transformar en productos finales. El PEAD reciclado postconsumo se emplea para fabricar bolsas de residuos, caños, madera plástica para postes, marcos, film para agricultura, etc.
- *Recuperación energética:* El PEBD tiene un contenido energético similar a los combustibles fósiles, esto permitiría su uso como combustible para la generación de electricidad o calefacción o como ayuda para una eficaz combustión de los residuos domiciliarios, pero se deben tomar los recaudos adecuados en ese proceso para impedir la contaminación atmosférica. Vemos a continuación una comparativa entre combustibles y el PEBD.



- *Reciclado químico:* En la actualidad están en desarrollo técnicas de gran complejidad que permitirían el reciclado químico del polietileno y otros plásticos para la recuperación de sus componentes químicos naturales.
- *Relleno sanitario:* Puede ser dispuesto sin problemas en un relleno sanitario, puesto que sus componentes se mantienen estables en estas condiciones y no se degradan. Esto evita la generación de lixiviados, líquidos o gases que puedan perjudicar el aire suelo o las napas subterráneas. En este momento la mayor parte de PEBD es dispuesto en forma de bolsa de residuos.

<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL RECICLADO</p>	<p>El producto se recibe en fardos . Estos fardos se revisan, y luego se procede a molerlos y limpiarlos según las especificaciones técnicas de la industria que use este material postconsumo. Las especificaciones técnicas del PEBD, están dadas por estos factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Color:</i> Se debe a la dificultad en la eliminación de los pigmentos o en su reutilización, o en la conservación de las propiedades de transparencia en un producto. Este hecho hace que el material reciclado se use principalmente en productos donde este no tenga importancia, como tuberías subterráneas de color gris o negro. ▪ <i>Mezcla con material virgen:</i> por ejemplo en los envases de tricapa que se usan en el aceite de motor y detergente, siendo la capa central de material reciclado y las que lo recubren (interior y exterior) de material virgen. ▪ <i>Uso en otros ámbitos no tradicionales, donde las normas de calidad no sean relevantes:</i> como bancos de parques, mesas de jardín, macetas para plantines. <p>Para una información mas detallada sobre este punto se debe consultar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Normas ASTM <ul style="list-style-type: none"> ➢ D5033-00 Relativa al reciclaje y uso de plástico reciclado ➢ D5577-94 Técnicas estándar para la separación e identificación de contaminantes en plásticos reciclados. 	
<p>UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO, MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Mercado Actual:</i> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Combustible alternativo. ➢ Madera sintética. ➢ Caños para agricultura y drenaje. ➢ Film para agricultura y curado de superficies en construcción. ➢ Marcos ▪ <i>Mercado Potencial:</i> El PEBD es un plástico reciclable con mediano desarrollo en la actualidad. Las líneas a seguir en su futura reutilización estarán dadas por las citadas en el punto anterior, y el reemplazo en el uso de materiales mas impactantes al medio ambiente. 	

<p>APLICACIONES</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Envases para alimentos:</i> El mayor consumo de poliestireno es el relacionado con los envases para alimentos. por ejemplo: potes de productos lácteos, bandejas y recipientes usados en locales de comida rápida. Se usan en transparentes, en colores, espumados o expandidos. El OPS (poliestireno biorientado) es también usado por su cristalinidad y brillo para realzar la apariencia de los alimentos. ▪ <i>Vajilla y bazar:</i> Vajilla descartable, platos, bandejas, vasos, cubiertos, Vajilla para avión y artículos de bazar de todo tipo. ▪ <i>Electrodomésticos/ Electrónicos:</i> Utilización en la refrigeración (paneles interiores de heladeras, bandejas y crispers interiores. También es usado en televisión y audio. ▪ <i>Otros:</i> Cosmética, juguetería, calzado, placas aislantes de temperatura en construcción, encofrados con formas especiales, separadores de fruta, etc. 	
<p>IMPACTO AMBIENTAL</p>	<p>El poliestireno, como cualquier otro producto o proceso utilizado por la sociedad moderna, produce un impacto en el medio ambiente. Este debe ser evaluado en forma objetiva y científica a través del “ecobalance” o “análisis del ciclo de vida”. Un análisis efectuado por este medio en Suiza sobre envases para yogurt llego a la conclusión de que los envases de PS utilizaban menos energía en su fabricación y causaban menos contaminación atmosférica y del agua que las alternativas de vidrio o papel para la misma aplicación. (Migros Suiza 1984) .</p> <p>De todas maneras, se debe tener en cuenta que la producción del PS involucra el uso de sustancias cancerígenas como el benceno y otras sospechosas de carcinogenicidad como el estireno y el 1,3 – butadieno.</p>	
<p>UTILIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO, MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Mercado Actual:</i> Es reducido, no esta aprovechado y el hecho de que el PS tenga algunos componentes cancerígenos, acota su uso por el momento. ▪ <i>Mercado Potencial:</i> Debido a que mantiene prácticamente la misma resistencia que el poliestireno de alto impacto, se puede utilizar en una amplia gama de productos que no deban cumplir requisitos sanitarios, como: semilleros, macetas para 	

	plantines, carcasas de electrodomésticos, contenedores y envases.	
--	---	--

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Manual McGraw-Hill de reciclaje - Herbert F.Lund 1993
- Gestión integral de residuos sólidos – George Tchobanoglous; Hilary Theisen; Samuel A.Vigil
- Normas ASTM

REVISTAS Y PUBLICACIONES

- Plásticos Universales – Entrevista a Jaume Mora – Representante Grupo PVC de ANAIP
- Procesabilidad por termoformado del poliestireno postconsumo- Carlos Andrés Trujillo Suárez

INTERNET

- www.plastivida.com.ar
- www.Miexamen.com – Plásticos o polímeros
- Waste Age and other magazines <http://www.industryclick.com>
- www.greenpeacemexico.com.ar- Los plásticos y su reciclaje
- www.cepis/ops/oms.com