

# **DISEÑO Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE ENVASES TETRABRIK A PEQUEÑA ESCALA.**

**María Mercedes Bellasai Escobar; Ing. Roberto Lima**

Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"

Tte. Cataluppi y G. Molinas, Asunción, Paraguay

Teléfono: 595 21 334650

Fax: 595 21 311820

e-mail: merchibemail.com

e-mail: roberto.lima@contecsa.com

## **RESUMEN**

Debido a la problemática ambiental que representan los residuos y en vista de las enormes ventajas, tanto económicas, sociales, como ambientales que representa su aprovechamiento, se plantea la necesidad de aprovecharlos de alguna manera.

Este trabajo propone el diseño de una planta de reciclaje del TETRABRIK, utilizando el polietileno/aluminio para obtener placas y tejas económicas y resistentes para la construcción; mientras que la pulpa de papel, residuo del proceso, se pretende comercializarla.

Para el desarrollo del trabajo se toma como delimitación el Gran Asunción, pues se considera a esta zona como la mayor generadora de este tipo de residuos, según los datos otorgados por la representación de la TetraPak en Paraguay.

Esta investigación incluye el proceso de fabricación de las placas y tejas a partir del PE/AL presente en el TETRABRIK, la infraestructura necesaria, la disposición de las maquinarias dentro de la planta y la cantidad de personal necesarios para operar dentro del lugar, la propuesta de una logística para la adquisición de los envases, una Guía de Impacto Ambiental y un Análisis Económico para determinar la inversión requerida. Finalmente, se compara las propiedades físicas y el valor comercial del producto final con el de otros productos convencionales de características similares.

## INTRODUCCIÓN

La aceptación del TETRABRIK responde, principalmente, a razones económicas. Para los fabricantes la ventaja es que les permite transportar un producto líquido aprovechando mucho más la capacidad del transporte, que los otros. Para los distribuidores y los comerciantes es ahorro en el espacio de almacenamiento. Al consumidor le permite adquirir alimentos líquidos básicos en un envase que los conserve durante mucho tiempo y que, además, sea resistente a los golpes.

Existen distintas opciones de reciclaje de los envases de TETRABRIK post-consumo y desde el año 1992 varios países se han encargado de desarrollarlo en diferentes maneras, tales como incineración con recuperación de energía, producción de compost, placas de aglomerado de polietileno, aluminio y papel.

La composición del envase TETRABRIK es de 75% de papel dúplex (\*), 20% de polietileno y 5% de aluminio (Figura 1).

Tabla 1 – Envases de TETRABRIK reciclados en la UE [1].

País	Tonelaje de Envases Reciclados	Tasa de Reciclaje
Austria	6.900	30%
Bélgica	10.854	55%
Finlandia	3.660	12%
Francia	9.911	8%
Alemania	131.000	66%
Grecia	100	1%
Luxemburgo	215	46%
Países Bajos	2.000	3%
Portugal	1.181	4%
España	13.100	11%
Suecia	11.000	28%
Reino Unido	96	0%
<b>Total/ Promedio UE</b>	<b>190.017</b>	<b>21%</b>
Noruega	7.400	41%

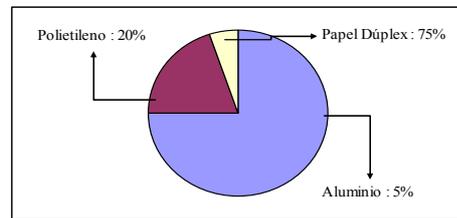


Figura 1 - Composición del envase TETRABRIK.

## ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTROS MATERIALES PARA USOS SIMILARES EN LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 2. - Comparación de las Propiedades Físicas de las tejas de PE/AL con otros materiales

Ensayos	Resultados obtenidos para tejas de PE / AL	Parámetros para teja de fibrocemento	Resultados obtenidos para tejas de hormigón	Resultados obtenidos para tejas de arcilla cocida
Resistencia a la Flexión (Kg)	1.296,15	1.000	300	120 / 160
Absorción de Agua (%)	6,5	37	5.5	15 a 35

Tabla 3. - Comparación de los Precios de las tejas de PE/AL con otros materiales de usos similares

Resultados obtenidos para tejas de PE / AL	PRECIO (Gs / m <sup>2</sup> )			
	Parámetros para tejas de fibrocemento	Resultados obtenidos para tejas de hormigón	Resultados obtenidos para tejas de arcilla cocida	Resultados obtenidos para tejas galvanizadas (Nº28)
12.500	28.700	50.000	25.000	12.200

\* El papel dúplex está compuesto de fibras celulósicas largas, lo cual le otorga mayor resistencia y hace posible que se lo recicle en un mayor número de veces que los papeles compuestos por fibras cortas.

## DISEÑO PRELIMINAR DE LA PLANTA DE RECICLAJE DE LOS ENVASES TETRABRIK

**Propuesta de una logística de adquisición de los envases post-consumo:** Se determinó que la mejor manera para adquirir los envases post-consumo sería incluyendo a estos envases en un programa de colecta selectiva que están ejecutando en el local de Procicla, en la zona del vertedero Cateura. El prensado y pesaje también podrá realizarse en el local de Procicla.

**1. Ubicación y características de la planta:** Para la ubicación de la planta se tienen dos opciones, las cuales se presentan a continuación: **(a)** La planta podrá ubicarse en los alrededores del vertedero Cateura, específicamente en el terreno cedido por la Municipalidad de Asunción al Proyecto Procicla, en donde se encuentran realizando el acopio de los materiales reciclados, enfardándolos y pesándolos; **(b)** La planta podrá ubicarse en alguna zona industrial del Gran Asunción. Las dimensiones del terreno serían las mismas para ambos casos, sólo que para el caso (b) la inversión del terreno debería considerarse.

**2. Materia Prima:** El proyecto utilizará como materia prima envases TETRABRIK.

**3. Producto a obtener: Placas y Tejas de PE/AL:** Se obtendrán placas y tejas de PE/AL.

Las dimensiones de los materiales serán de 2 x 1 m x 6 - 8 milímetros de espesor.

**4. Equipos:** Los equipos, así como la potencia instalada para la operación de la planta son los siguientes: hidrapulper (potencia de motores entre bomba de agua y motores de accionamiento de la máquina, en el orden de 4.5 kW); filtro; molino triturador (dos motores de 3kW cada uno); prensa caliente (un motor de 3kW); sierra (un motor de 1 kW); ventilador (2 unidades de 1.5 kW cada uno); equipos menores, iluminación, etc. (2 kW).

**5. Método Operativo:** El flujograma del proceso se muestra en la Figura 2.

**6. Lay-Out:** La disposición de maquinarias en la planta se muestra en la Figura 3.

**7. Recursos Humanos:** El número de funcionarios estimado para la operación de la planta será de 10 personas.

**8. Infraestructura:** Consistirá en un tinglado de 25 x 50 mts; basado en las necesidades de espacio según las maquinarias a ser utilizadas.

**9. Productos:** Placas y tejas de PE/AL. La pulpa de papel que se extrae de los envases TETRABRIK se pretende comercializar con las recicladoras de papel.

**10. Vida útil del Proyecto:** 9 años.

### PROCESO DE PRODUCCIÓN

**1. Disgregación y separación de los componentes:** Llevada a cabo en el Hidrapulper, el proceso consiste en la separación de las capas que componen el envase, por un lado el aluminio y el polietileno, y por otro la fibra celulosa del cartón. Los insumos necesarios para este proceso son agua y energía eléctrica.

**2. Separación y Limpieza de la Pulpa de Papel y del PE/AL:** Las fibras de papel son removidas, conjuntamente con el agua, mediante una bomba a través de la zona inferior del hidrapulper, separando de estas al polietileno y aluminio, los cuales son removidos lateralmente de manera manual. La separación en el interior del hidrapulper ocurre por diferencia de densidad. La pasta constituida por agua y pulpa de papel son procesadas y almacenadas para la venta.

**3. Soplado y Secado:** El PE/AL es impulsado a través de una manguera, mediante un ventilador hasta un patio a la intemperie para su secado.

**4. Triturado:** El polietileno conteniendo aluminio es triturado en pequeños fragmentos usándose molinos de cuchilla.

**5. Transporte del material triturado mediante un ventilador:** Los materiales triturados, son derivados, de manera neumática, a una zona de almacenamiento para su posterior moldeo y prensado.

**6. Moldeo:** En este proceso, el material es dispuesto en moldes pre-establecidos, de acuerdo al producto final a ser elaborado. Debido a las elevadas temperaturas en el proceso de prensado, se utilizan unas bandejas de metal, para su facilidad de remoción. El espesor del material a ser prensado, en relación al material acabado tiene una relación aproximada de 15:1.

**7. Prensado en caliente:** Los parámetros operacionales del prensado oscilan entre los valores de: temperatura de trabajo (160°C), presión de trabajo (4.3 kgf/cm<sup>2</sup>), tiempo de prensado (1.8 minutos por milímetro de espesor de producto terminado).

**8. Enfriado:** Las placas pasan por un proceso de enfriamiento natural.

**9. Acabado:** Posteriormente al prensado, se procede a un proceso de acabado final, utilizando una sierra eléctrica de disco circular, quedando así, terminadas las placas.

**10. Formación de Tejas:** En el caso de producción de tejas, una vez terminado el prensado, la placa de PE/AL, aún caliente, es

llevada hasta una prensa atérmica donde se procederá a dar el formato final.

## EVALUACIÓN AMBIENTAL PRELIMINAR

Esta evaluación se realizará a fin de detectar posibles impactos antes de la ejecución del proyecto y prevenirlos en el estudio técnico, económico y financiero.

**Matriz de Evaluación:** En la matriz de evaluación se presentan en forma esquemática todos los impactos, ponderándolos en base a la severidad de los mismos (Tabla 4).

**Medidas de Mitigación:** El Plan de Mitigación pretende revertir, atenuar o mitigar los efectos ambientales negativos detectados en el proceso con relación a su impacto sobre el ambiente natural y social.

### 1- Residuos Sólidos

Existen dos tipos de residuos sólidos generados: a) **Residuos Sólidos**

**Provenientes del Proceso:** Los residuos sólidos que resultan del proceso son el papel, trozos de placas/tejas y poliestireno. Como medida de tratamiento para el caso del papel se propone su venta a las recicladoras de papel, las cuales utilizarán como materia prima para, debido a la alta calidad del material. Los trozos de placas/tejas que resulten como residuo del acabado serán reaprovechados en otros procesos. En cuanto al poliestireno, el mismo se reaprovechará en el proceso. b) **Residuos Sólidos Generados en la Estación de Tratamiento de Efluentes (ETE):** Se

propondrá la instalación de una ETE en base a los resultados del estudio de impacto ambiental. Los residuos que resultan de la ETE están compuestos mayormente por arena en las piletas de separación de sólidos, sedimentación y reactores biológicos secuenciales y de recirculación, los mismos serán retirados y dispuestos en el lecho de secado para luego ser trasladados al lugar de disposición final.

### 2- Efluentes

El agua residual del proceso de disgregación es tratada para volver a recircular en los procesos siguientes. Para ello es necesaria una estación de tratamiento de efluentes, en donde se realizará un tratamiento primario de decantación, para luego realizar un segundo tratamiento mediante un reactor biológico secuencial. La planta en cuestión está dimensionada para tratar 5.000 lts/hora aproximado. Para el diseño de la planta de tratamiento de efluentes industriales fueron

adoptados como indicadores de proyecto, los parámetros de vertidos sugeridos por la Resolución M.S.P. y B.S. 585/95 Calidad de Cursos Hídricos que reglamenta la Ley 836/80 "Código Sanitario". Los parámetros de mayor relevancia en los efluentes son: la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la cantidad de grasas y aceites, de sólidos totales y el pH y sólidos suspendidos.

**1. Seguridad Ocupacional:** La seguridad y salud referente al tema laboral estará regida por normas estipuladas por el Código del Trabajo del Ministerio de Justicia y Trabajo.

**2. Medidas de Buenas Prácticas:** Los parámetros a considerar para su implementación son:

**2.1. Infraestructura Básica:** La construcción, implementación y operación del proyecto no demandarán nuevas vías de comunicación hacia la planta ni servicios de agua y de desagüe, ya que se trata de una zona urbanizada.

**2.2. Transporte y Flujo de Tráfico:** El proyecto no requerirá un flujo adicional considerable de personas ni de transporte. El vertedero es un lugar que tiene gran cantidad de personas trabajando día a día, y el transporte añadido será tan solo de los compradores de material reciclado.

**2.3. Olores Generados en el Proceso Productivo:** La planta no presenta olores considerables pero en caso de que así lo fuere, se dispondrá de extractores de viento industriales ubicados en el techo de cada sección de la planta. Estos extractores, además de eliminar los olores generados en el proceso, renovarán el aire de las áreas de procesamiento y almacenamiento de productos y de materia prima. Como medida obligatoria de higiene y seguridad industrial, los funcionarios que trabajen próximos a la zona de manipuleo de la materia prima, deberán disponer de tapabocas para evitar inhalar cualquier tipo de emisión.

**2.4. Limpieza de Planta:** La limpieza de planta deberá ser constante y además se deberá recalcar a los funcionarios la importancia de mantener el ambiente de trabajo en buenas condiciones.

**2.5. Plan de Monitoreo:** Se listan los puntos donde se podrían generar incidentes que causen impactos o aquellos donde a raíz del

impacto se han aplicado medidas de mitigación, de forma tal a tener la situación debidamente controlada mediante la observación preventiva. Para el caso de este proyecto, los puntos a monitorearse son los siguientes:

**En forma inmediata:** Se deberá tener registrados los centros asistenciales próximos de la zona, para poder trasladar y dar pronto socorro a algún accidentado de urgencia.

**Controles periódicos:** Realizar campañas de concienciación del personal y los proveedores, sobre manejo de los residuos.

**Controles semanales:** Olores molestos y vectores: ejecutar el plan de manejo de residuos sólidos, verificar la buena operación de la estación tratamiento de efluentes y los programas de mantenimiento continuo.

**Controles mensuales:** Llevar un programa de fumigación mensual. Es conveniente contar con el EPI (Equipo de Protección Individual) adecuado; contar con un programa de mantenimiento preventivo de las diferentes piezas utilizadas en el proceso; verificar el uso de los EPI's del personal; llevar los chequeos médicos de los operarios que trabajan en zonas cerradas con mucha humedad, ruido y vibraciones; verificar que los operarios usen equipos de protección de las vías respiratorias.

**Controles semestrales:** Ruido y vibraciones: Realizar mediciones sonoras una vez implementado el proyecto. En caso de llegar a existir un nivel de ruido superior al permitido, verificar que a las paredes se les coloque aislamiento acústico.

## EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA PRELIMINAR

El análisis económico – financiero permite determinar la conveniencia de la inversión y los costos del producto para compararlos con el de los materiales de usos convencionales.

### Parámetros para la evaluación económica y dimensionamiento del mercado a cubrir:

**1. Estudio de Mercado:** No se tiene a disposición información estadística precisa. Utilizando los datos desde el año 1950 hasta el 2002 se pueden extrapolar los mismos de manera a tener una proyección estimada de la cantidad de viviendas nuevas que serían edificadas en el Gran Asunción para los próximos años. Se estima que aproximadamente 15.000 viviendas nuevas estarían siendo edificadas en el año 2007. Aproximadamente, el 80% de esta cantidad de viviendas responde a viviendas populares, i.e. 50 m<sup>2</sup> de techo a ser edificadas con tejas de arcilla. En resumen, la oferta estimada de tejas para las viviendas populares deberían abastecer aproximadamente a una demanda de 600.000 m<sup>2</sup> de techo. Debido a la cantidad consumida de TETRABRIK existente en el Paraguay, solamente se podría cubrir el 30% del mercado, reciclando el 100% de los envases. En base a estos datos, se puede observar claramente que la elaboración de tejas de PE/AL, no desplazaría en absoluto a las tejas de arcilla, y sí entrarían a competir en precio contra las mismas. En lo que se refiere a chapas galvanizadas, a pesar de que resultan más económicas comparativamente, éstas normalmente no se emplean en viviendas, puesto que para su aislamiento térmico se deben incurrir en otros gastos de material adicional.

**2. Cantidad de envases TETRABRIK post-consumo arrojados en el Gran Asunción y disponibilidad de materia prima:** El total anual de envases TETRABRIK post – consumo arrojados en Paraguay es del orden de 5.400.000 Kg/año. Según los datos proveídos por la TetraPak, aproximadamente el 70%, es consumido en el Gran Asunción. Realizando una proyección de recolección, del orden del 45% de todo el material consumido, se obtiene una cifra mensual de aproximadamente 142.000 Kg/mes de envases TETRABRIK para el proyecto planteado. De esta cantidad disponible, se obtendría un total estimado de 35.500 Kg/mes de mezcla de PE/AL.

**3. Precio del TETRABRIK enfardado:** Mediante consultas con Procicla, empresa encargada de realizar la colecta selectiva de los residuos del Vertedero Cateura, se determinó que el precio al cual están dispuestos a vender los envases TETRABRIK enfardados es de 150 Gs/Kg.

**4. Cantidad de placas y tejas de PE/AL recicladas a producir:** En vista que cada placa/teja pesa en el orden de 13 Kg, se tendrá una producción mensual de 2.726 unidades de placas/tejas.

**5. Precio de Venta de las Placas /Tejas y de la pulpa de papel resultante del proceso:** Se estima un precio de venta de 25.000 Gs por placa / teja y de 300 Gs/Kg de pulpa de papel resultante del proceso de disgregación.

**6. Maquinarias:** Conforme averiguaciones realizadas con los distribuidores de las maquinarias normalmente utilizadas en plantas similares en el Brasil, los precios de las máquinas necesarias para esta instalación, pueden ser observadas en la Tabla 7.

**7. Consumo de Agua:** Como principal consumidor de agua en esta planta está el HIDRAPULPER, oscilando los  $5\text{m}^3/\text{hora}$ .

**8. Precio del Agua:** El precio del agua se determinó en  $1.841\text{ Gs}/\text{m}^3$ , lo que a una tasa de cambio de  $5.200\text{ Gs}/\text{USD}$  resulta en  $0.35\text{ USD}/\text{m}^3$ .

**9. Consumo de Energía Eléctrica:** Se realizó un estudio de la energía a ser consumida en esta planta, suponiendo que la misma estaría trabajando en un esquema de 2 turnos por días, durante 26 días al mes. Este cálculo arroja un consumo estimado de  $5.850\text{ kWh}/\text{mes}$ .

**10. Precio de la Energía Eléctrica:** El precio de la energía eléctrica se consideró de  $9.328\text{ Gs}/\text{kWh}$ , es decir,  $0.017\text{ USD}/\text{kWh}$ .

**11. Cantidad de Personal necesaria para la planta:** La cantidad de personal necesaria para la planta es de 10 personas, 1 Administrador, 1 Contador, 1 Técnico y 7 Operarios.

**12. Sueldo del personal:** El sueldo de cada personal se detalla en la Tabla 5.

**13. Aporte Patronal:** Se considera un aporte patronal del 16.5% establecido por ley.

**14. Edificación:** Se presupuestó un tinglado con servicios de agua potable e instalaciones eléctricas en  $60.000.000\text{ Gs.}$ , lo que da un valor aproximado de  $11.880\text{ USD}$ .

## EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA

El detalle de las inversiones y depreciaciones se muestra en la Tabla 6 y 7 (Anexo).

### Distintas Modalidades de Inversión:

**1. Primera Modalidad:** Si la planta se ubica en el terreno cedido a Procicla, éste proyecto debería ser entregado a Procicla para que ésta empresa lo ejecute, buscando para ello algún préstamo en base a sus contactos, puesto que un inversionista particular no está habilitado para ocupar un terreno municipal. En este caso la inversión en terreno se considera nula y la inversión total se recupera en el primer año con un flujo de caja de  $92.082\text{ USD}$  y la tasa interna de retorno es de 61%.

**2. Segunda Modalidad:** En el caso de que la planta se sitúe en el terreno cedido a Procicla se hallaría algún inversionista interesado, y mediante un acuerdo entre las partes, Procicla se encargaría de venderle en forma exclusiva la producción hasta pagar toda la deuda con dicha persona/empresa. A partir del momento en que la deuda queda saldada, todos los derechos sobre la producción pasarían a pertenecer a Procicla. En este caso también la inversión en terreno se considera nula y la inversión total se recupera en el primer año con un flujo de caja de  $92.082\text{ USD}$  y la tasa interna de retorno es de 61%.

**3. Tercera Modalidad:** Si la planta se ubicara en una zona industrial del Gran Asunción, se podría hallar algún inversionista interesado en

ejecutar el proyecto. En este caso la inversión en terreno es considerada; **(a)** En el mejor de los casos el terreno tendría un costo de  $30.000\text{ Gs}/\text{m}^2$ , lo que arroja una suma de  $37.500.000\text{ Gs.}$  (terreno de  $25 \times 50$  metros), la inversión total se recupera en el primer año con un flujo de caja de  $70.665\text{ USD}$  y la tasa interna de retorno es de 31%. **(b)** En el peor de los casos el terreno tendría un costo de  $100.000\text{ Gs}/\text{m}^2$ , lo que arroja una suma de  $125.000.000\text{ Gs.}$  (terreno de  $25 \times 50$  metros), la inversión total se recupera en el primer año con un flujo de caja de  $67.636\text{ USD}$  y la tasa interna de retorno es de 29%.

Se presentaron tres modalidades de inversión, según sea la ubicación de la planta y el organismo encargado de ejecutar el proyecto, resultando todas ellas satisfactorias económicamente. Utilizando los métodos de TIR y VAN que permiten medir adecuadamente la rentabilidad del proyecto, se demuestra que éste es viable en los escenarios realizados, donde la tasa interna de retorno son superiores al rendimiento mínimo esperado, y el valor actual neto de los flujos de efectivo descontado es positivo con una cifra considerada satisfactoria. Igualmente, la viabilidad se fortalece puesto que la recuperación de la inversión se alcanza en el primer período en todos los casos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta tecnología representa una excelente oportunidad, cuya evidencia lo demuestra el estudio de mercado realizado, en el cual se presenta a los materiales reciclados como una opción para la construcción de viviendas económicas y su comparación con los demás materiales empleados para dichos fines.

Adicionalmente, la logística necesaria no es muy complicada, por lo que la producción de estos materiales constituye una nueva tecnología que ofrece beneficios estructurales técnicos, ya que se trata de un producto alternativo con mejores propiedades, en cuanto a *Resistencia a la Flexión* y

**Permeabilidad de Agua.** Además de esto, el material trae una serie de *beneficios económicos y sociales*, relacionados al rápido retorno de la inversión, al menor precio para el consumidor; y generación de empleos debido a la recolección selectiva y al procesamiento de los materiales, haciendo posible el rescate de la ciudadanía de los involucrados; además de los *beneficios ambientales*, ya que estimula el reciclado de los embalajes TETRABRIK. Se sugiere que las autoridades responsables, inicien un proceso de concienciación a la población sobre la importancia del reciclaje de los residuos generados a diario, en vista que se lo ha presentado, no solamente como una opción ecológica y ambientalmente favorable, sino que económica y socialmente viable, que cada vez mayor población tenga acceso a viviendas.

como un medio para mejorar el nivel y la calidad de vida de los habitantes de la región. Se recomienda iniciar un estudio para determinar los posibles inversionistas interesados en desarrollar este tipo de proyectos. Por otro lado, se propone divulgar y promover estas placas y tejas de PE/AL recicladas, de manera a demostrar a los empresarios del rubro de la construcción, sobre las excelentes propiedades de este material en cuanto a resistencia y absorción se refiere, de manera a iniciar su uso en viviendas económicas. Finalmente, sugiere continuar estudiando otras formas de reciclaje, no solo del TETRABRIK, sino de otros residuos, que por sus propiedades, puedan servir a la construcción, de manera

**Referencia Bibliografía [1] TetraPak-Brasil**

**ANEXOS**

Categoría del Aspecto	
MP - Materia Prima	RU - Ruido
IN - Insumo	EL - Efluente Líquido
RS - Residuo Sólido	P - Producto

Grado de Importancia	
9 - 12	(C) Crítico
5 - 8	(M) Medio
1 - 4	(D) Despreciable

Priorización	
14 - 17	(C) Crítico
10 - 13	(M) Medio
1 - 9	(NS) No Significativo

Número de la operación / etapa	Aspecto ambiental	Categoría del aspecto (RS, EL, EA, RU, IN, MP)	Uso de Recursos Naturales					Probabilidad (P)	Importancia del Impacto I = Sv x P	Grado de Importancia	Existe Requisito Legal? 0-No 5-SI	Existe Medida de Control? 0-SI 5-NO	Resultado (sumatorio) R= I+RL+MC	Priorización
			Contaminación de las aguas		Seguridad	Alteración de la salud del trabajador	Contaminación del Aire							
			Entradas	Salidas										
Severidad (Sv)														
<b>Entradas</b>														
<b>REPULPADO</b>														
1	Envases Tetrabrik	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
2	Agua (10m3/hora)	IN	4					3	12	C	5	0	17	C
3	Energía Eléctrica	IN	1					3	3	D	5	5	13	M
<b>SECADO</b>														
3	PE/AL húmedos	MP	1					3	3	D	0	0	3	NS
<b>TRITURADO</b>														
4	PE/AL en grandes trozos	MP	1					3	3	D	0	0	3	NS
3	Energía Eléctrica	IN	1					3	3	D	5	5	13	M
<b>MOLDEO</b>														
5	PE/AL triturado	MP	1					3	3	D	0	0	3	D
6	Poliestireno	MP	1					3	3	D	5	0	8	NS
<b>PRESADO</b>														
7	PE/AL en placas	MP	1					3	3	D	0	0	3	NS
3	Energía Eléctrica	IN	1					3	3	D	5	5	13	M
<b>ENFRIADO</b>														
8	PE/AL en placas calientes	MP	1					3	3	D	0	0	3	NS
<b>ACABADO</b>														
9	PE/AL en placas frías sin acabado	MP	1					3	3	D	0	0	3	NS
3	Energía Eléctrica	IN	1					3	3	D	5	5	13	M
<b>TRATAMIENTO DE AGUA</b>														
10	Agua Sucia	EL	4					3	12	C	5	0	17	C
<b>Salidas</b>														
<b>REPULPADO</b>														
1	Agua (9m3/hora)	EL		4				3	12	C	5	0	17	C
2	Papel (99.225 kg/mes)	RS		1			3	3	12	C	0	0	12	M
3	PE/AL (35.438 kg/mes)	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
<b>SECADO</b>														
4	PE/AL secos	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
<b>TRITURADO</b>														
5	PE/AL triturado	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
6	Ruido	RU					4	3	12	C	5	0	17	C
<b>MOLDEO</b>														
7	PE/AL en moldes	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
<b>PRESADO</b>														
8	PE/AL en placas	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
<b>FORMAC.DE TEJAS Y ENFRIADO</b>														
9	PE/AL en placas / tejas frías	MP		1				3	3	D	0	0	3	NS
10	Poliestireno	RS					1	3	3	D	5	5	13	M
<b>ACABADO</b>														
11	PE/AL en placas / tejas frías acabadas	P		1				3	3	D	0	0	3	NS
12	PE/AL en grandes trozos	RS		1				3	3	D	0	0	3	NS
<b>TRATAMIENTO DE AGUA</b>														
13	Agua Limpia	EL												

Tabla 4 - Evaluación de Impacto Ambiental.

PROYECTO DE RECICLAJE DE LOS ENVASES TETRABRIK PARA LA ELABORACIÓN DE PLACAS Y TEJAS DE PE/AL		
N°	DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS	CIPRA
<b>A RENDIMIENTO EXIGIDO A LA INVERSIÓN</b>		
1	Costo de Oportunidad	7,00%
<b>B INGRESOS</b>		
1	Nivel de utilidad deseado sobre costo de fabricación	40,00%
2	Niveles de sensibilidad aplicados	100,00%
	- Hasta el año 3	100,00%
	- Desde el año 4	100,00%
	- Desde el año 7	100,00%
<b>C PRODUCCIÓN</b>		
1	Producción por Un/Hora	6,55
2	Capacidad de producción - Un/Mes	2.726
<b>D COSTOS DE FABRICACIÓN (mensuales)</b>		
1	Materia prima	150
	- Precio del tetrabrik enfriado (Gs / kg)	52
	- Consumo unitario (kg / Un)	21.262.800
	- Costo Mensual (Gs)	4.089,00
2	Consumo de Agua	0,35
	- Costo de agua para producción USD / m3	10
	- Consumo de Agua (m <sup>3</sup> / Hora)	1.472,80
3	Energía consumida	0,07
	- Valor Unitario US\$/kWh	5.834
	- Consumo kWh/mes	402,55
4	Mano de Obra	7,00
	Operarios	1,00
	Técnicos	2.530,28
	Costo de Mano de Obra (US\$/mes)	<b>8.494,62</b>
<b>E COSTO DE RECURSOS HUMANOS (mensuales)</b>		
1	Sueldo del Administrador Gs.	2.300.000
2	Sueldo Contador Gs.	1.220.000
3	Sueldo Técnico Capacitado Gs.	2.000.000
4	Sueldo Mínimo Legal Gs.	1.220.000
5	Sueldos	
<b>F DEPRECIACIÓN &amp; GASTOS ADM. EN GENERAL (mensuales)</b>		
1	Depreciación	751,52
	- Equipamiento de fábrica	19,80
	- Edificación	83,33
	- Equipos de oficina	300,00
2	Conservación de máquinas US\$	845,03
3	Mano de Obra	60,00
4	Línea Telefónica	15,00
5	Útiles Diversos	28,85
6	Limpieza y otros gastos generales	38,46
7	Energía Eléctrica	384,62
8	Plan de Monitoreo Ambiental	50,00
9	Otros	50,00
	<b>Total Gastos Administrativos</b>	<b>2.576,59</b>
<b>G OTROS DATOS</b>		
1	Tipo de cambio considerado Gs. / US\$	5.200,00

Tabla 5 - Supuestos Utilizados para la proyección

Tabla 10 - Cuadro de Préstamo sin inversión en terreno (U\$S)

Monto:	223.544,39
Periodo de Gracia:	1 año
Tasa Anual:	9%
Plazo:	5 años

Año	Monto	Intereses	Amortización	Cuota
1	223.544,39	20.119,00	0,00	20.119,00
2	223.544,39	20.119,00	55.886,10	76.005,09
3	167.658,30	15.089,25	55.886,10	70.975,35
4	111.772,20	10.059,50	55.886,10	65.945,60
5	55.886,10	5.029,75	55.886,10	60.915,85
<b>Total</b>				<b>293.960,88</b>

Tabla 9 - Cuadro de Préstamo con inversión en terreno en caso de costo bajo del terreno (U\$S).

Monto:	230.755,93
Periodo de Gracia:	1 año
Tasa Anual:	9%
Plazo:	5 años

Año	Monto	Intereses	Amortización	Cuota
1	230.755,93	20.768,03	0,00	20.768,03
2	230.755,93	20.768,03	57.688,98	78.457,02
3	173.066,95	15.576,03	57.688,98	73.265,01
4	115.377,97	10.384,02	57.688,98	68.073,00
5	57.688,98	5.192,01	57.688,98	62.880,99
<b>Total</b>				<b>303.444,05</b>

Tabla 10 - Cuadro de Préstamo con inversión en terreno en caso de costo elevado del terreno (U\$S).

Monto:	247.582,85
Periodo de Gracia:	1 año
Tasa Anual:	9%
Plazo:	5 años

Año	Monto	Intereses	Amortización	Cuota
1	247.582,85	22.282,46	0,00	22.282,46
2	247.582,85	22.282,46	61.895,71	84.178,17
3	185.687,14	16.711,84	61.895,71	78.607,56
4	123.791,43	11.141,23	61.895,71	73.036,94
5	61.895,71	5.570,61	61.895,71	67.466,33
<b>Total</b>				<b>325.571,45</b>