

300618

3
rej



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"APORTACION AL ESTUDIO DE LA FABRICACION
DE POLIPROPILENO BIORIENTADO METALIZADO
(BOPP) PARA LA ENVOLTURA INTERNA DE
PAQUETES DE CIGARROS EN MEXICO".

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
JOSE RAMON DE JESUS MARTINEZ ALONSO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

CAPITULO

- I Antecedentes
 Objetivo

- II Introducción
 2.1 Generalidades del Polipropileno
 2.1.1 Características
 2.1.2 Usos

- III Breve Estudio de Mercado
 3.1 Producción Mundial de Polipropileno Biorientado (BOPP)
 3.2 Producción Nacional de BOPP
 3.3 Importación de BOPP
 3.4 Exportación de BOPP
 3.5 Producción Nacional de Aluminio
 3.6 Producción de empaque interno de paquetes de cigarros
 3.7 Proyección de la demanda de empaque interno de
 paquetes de cigarros.

- IV Tamaño y localización de una empresa productora de
 BOPP metalizado.

- V Estudio de Factibilidad Técnica
 5.1 Descripción de proceso
 5.2 Balance de materia
 5.3 Balance de energía
 5.4 Evaluación experimental de propiedades de barrera
 contra la humedad.
 - 5.4.1 Procedimiento
 - 5.4.2 Resultados empaque actual
 - 5.4.3 Resultados con BOPP

- VI Estudio Factibilidad económica
 6.1 Inversión Requerida
 6.2 Costos de Producción

CAPITULO

6.2.1 Directos

6.2.1.1 Materia Prima

6.2.1.2 Mano de Obra

6.2.1.3 Supervisión

6.2.1.4 Servicios

6.2.1 Fijos

6.3.1.1 Depreciación

6.3.1.2 Seguros

6.4.1 Proyección del Estado de Resultados

VII Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

7.2 Recomendaciones

VIII Apéndices y Bibliografía

ANTECEDENTES

En las últimas décadas de éste siglo los plásticos han tenido un crecimiento sumamente dinámico, revolucionando la industria en prácticamente todas sus ramas; ésto es debido a la especialización y perfeccionamiento de éstos materiales por lo que -- han desplazado a un sin número de productos que van desde, películas milimétricas hasta tuberías a piezas automotrices de -- una extraordinaria resistencia.

El presente estudio surge de acuerdo a ésta tendencia ubicándose en un producto de consumo como lo son los cigarrros, en donde -- los plásticos no se han quedado al margen.

La búsqueda de alternativas para mejorar las características -- de éste producto, ha permitido el planteamiento del uso de uno de los plásticos más evolucionados que es el polipropileno, -- cubriendo la función de empaque interno.

Por otra parte es necesario complementar el análisis de propiedades técnicas del polipropileno, con las implicaciones económicas que permitan la instalación de una planta productora de -- éste material, de acuerdo a la disponibilidad y requerimientos del país para obtener de ésta forma, un elemento de apoyo que -- ayude a mejorar la calidad de los empaques de cigarrros en México.

CAPITULO I

OBJETIVOS

- 1.1 Describir las características del polipropileno y - proceso de fabricación de película de polipropileno biorientado (BOPP) metalizado.
- 1.2 Estudiar el mercado de BOPP y las demandas de empaque interno de empaques de cigarros en México para proponer la localización y tamaño de una empresa productora de este material.
- 1.3 Evaluar la barrera de vapor de agua tanto de Polipropileno Biorientado (BOPP) Metalizado como del papel bond metalizado, para determinar cual de estos - materiales tiene mejor aplicación como empaque interno de paquetes de cigarros.
- 1.4 Estudiar la inversión y costo de operación de una empresa productora de BOPP Metalizado.

CAPITULO II

INTRODUCCION

2.1 Generalidades del Polipropileno.

El polipropileno es un polímero de alto peso molecular que proviene del monómero de propileno; normalmente se obtiene por medio de los catalizadores de Ziegler-Natta (1) que están formados por halogenuros de metales de transición con compuestos órgano-metálicos, estos catalizadores permiten controlar el proceso de polimerización originando moléculas lineales y permitiendo un control estereoquímico.

De esta forma se pueden obtener tres diferentes arreglos que son:

Isotáctico (Fig. 1-A) con todos los grupos metilo hacia un mismo lado de la cadena extendida.

Sindiotáctico (Fig. 1-B) con los grupos metilo alternando de un lado a otro de la cadena.

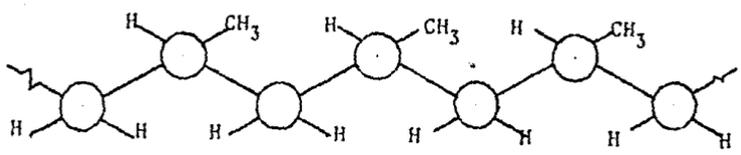
Atáctico (Fig 1-C) con los grupos metilo distribuidos sin orden alguno.

Los primeros son altamente cristalinos, por el contrario el polipropileno atáctico es suave y elástico como el caucho; y es en el cual se centra el presente estudio.

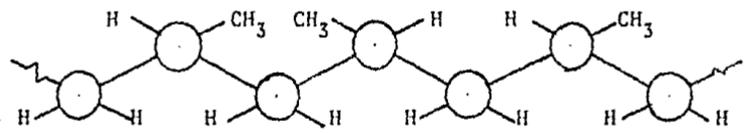
FIGURA I

Estructura molecular del Polipropileno

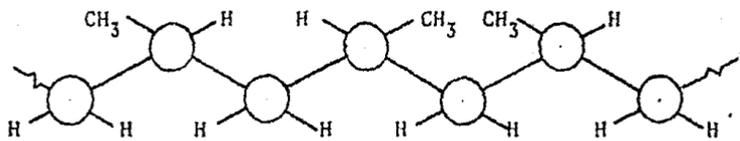
a) ISOTACTICO



b) SINDIOTACTICO



c) ATACTICO



2.1.1 Características

Estructura

El Polipropileno Biorientado BOPP presenta una adición - desordenada del monómero, ausencia de regularidad en la configuración e incapacidad de cristalizar. Es un mate rial elastómero que tiene menor temperatura de reblandecimiento, menor densidad y mayor solubilidad en comparación al polímero isotáctico.

Propiedades Físicas

El BOPP es más ligero que otros plásticos comerciales - cuya densidad es de 0.902 g/cm^3 ⁽¹⁾, su alto punto de fusión le da excelente resistencia térmica.

Su alta fluidez a las temperaturas de extrusión normal permite someterlo a presiones relativamente bajas en -- muchas aplicaciones, tiene buenas propiedades dieléctricas y no es higroscópico.

En el apéndice I se resumen propiedades térmicas, mecánicas y eléctricas del BOPP en comparación con el Polietileno de alta densidad.

Propiedades Químicas.

El Polipropileno se oxida a temperaturas superiores a los 100° C. con formación de grupos hidropéroxido en la cadena. El aumento de contenido de oxígeno del polímero conduce a la alteración de color, aparición de olor, reducción de peso molecular y fragilidad. Se agregan pequeñas cantidades de antioxidantes, entre 0.1 y 1% como protectores en la elaboración y uso de polímero en plásticos.

En el apéndice II se resume el efecto de la inmersión de Polipropileno en diversos reactivos durante 30 días a temperaturas ordinarias reportándose el efecto en la resistencia a la tracción.

2.1.2 Usos.

La notable combinación de propiedades físicas y químicas comprobada en el Polipropileno da a este material una -- gran posibilidad de aplicaciones. La alta relación resistencia-peso lo hace propicio en diversidad de artículos tales como: maletas, piezas de automóvil, envases, frascos, juguetes, etc.

Específicamente el BOPP es aplicable en películas para -- envoltura que poseen mucho brillo y claridad, excelente resistencia al desgarramiento y a la tracción así como -- la capacidad de sellado térmico; por otra parte la flexibilidad de estas películas es comparable a la del Polietileno de alta densidad además de tener una resistencia muy alta a la penetración de gases y olores. La película de BOPP se extruye fácilmente en forma de lámina, filamentos y revestimientos de alambre donde puede ir desde 0.0127 mm hasta 25.4 mm de espesor.

2.1.3 Elaboración.

En la primera fase que es la polimerización, el proceso puede ser intermitente o continuo, comunmente se usan -- diluventes hidrocarburos como el n-heptano; el catalizador se agrega en forma de papilla junto con el propileno.

El catalizador tiene la propiedad de ser estereoespacial y esta formado por tricloruro de titanio y trietilaluminio.

La velocidad de reacción aumenta con la temperatura con una energía de activación de 11.5 Kcal/Mol.

La velocidad de polimerización es de 11 a 12 gramos de -- Polipropileno/Hora. La polimerización se lleva a cabo -- en un rango de 30° a 80° C.

El Polipropileno se obtiene en forma de polvo blanco en pequeñas escamas, de aquí se parte para su elaboración que puede ser, por los siguientes métodos:

Inyección: Se moldea fácilmente en forma de pieza asegurando al igual que otros termoplásticos un mínimo de tensión en el artículo final.

Extrusión: Industrialmente se obtiene películas muy finas con temperaturas de 204° a 254° C. y enfriamiento con el cual se obtiene una gran transparencia.

Moldeo por Compresión: Este método es común cuando los requerimientos sobrepasan las características de la inyección; es preciso enfriar rápidamente para evitar el desgarramiento del polímero.

2.2 Breves Consideraciones sobre Diseño de Empaques.

Los cambios tecnológicos de este siglo han traído un cambio en las necesidades del hombre, el empaque se ha convertido en la principal fuente de información acerca del contenido de los productos, instrucciones para preparación, conservación, calidad, etc.

El diseñador de empaques debe conjuntar la estética con la eficiencia de tal forma que incline al consumidor a comprar el artículo sobre otros que le compiten.

Por otra parte los mercados, técnicas y materiales son consideraciones esenciales para el diseñador; actualmente la diversidad de productos exige la planeación sistematizada del empaque; específicamente en el caso del Polipropileno se están desarrollando estudios de mercado en los que se analizan las ventajas que presenta principalmente contra el Polietileno, que por ser de características similares concurre en aplicaciones parecidas.

2.2.1 Factores que influyen en la Selección de Empaques.

En el caso de los empaques flexibles como el BOPP la competencia se basa en papel, películas y hojas donde los factores que influyen son los siguientes:

1.- Protección del Producto.

La mayor parte de los empaques flexibles se usan en ---

productos perecederos tales como los alimentos; en el caso de los cigarros, la protección debe ser contra la transmisión de vapor de agua y de gases es decir la protección al olor y sabor del producto, situándose con menor importancia la resistencia a las grasas y aceites.

2.- Costo del Material.

El productor de empaque debe considerar el material más económico que cumpla las condiciones requeridas. Un punto importante en el costo es la eficacia en el uso del material expresada normalmente en metros aprovechables por kilo (2) ya que usar exclusivamente la relación de peso puede llevar a confusiones como la que a continuación se describe: en 1980 el papel encerado tenía un precio de 59 centavos por libra mientras que el Polietileno de alta densidad costaba 78 centavos; el primero, con un rendimiento de 29 a 37 libras por cada 3000 pies cuadrados y el segundo de un milímetro de espesor; analizando estos productos bajo la base de peso unicamente y dando espesores que aporten la misma protección, el resultado sería que el papel es más económico; pero la eficiencia del proceso de fabricación del Polietileno es de 2.5 mayor a la del papel encerado por lo que resulta ser más barato.

3.- Facilidad de Empacado.

Se requiere que el material sea maniobrable, de fácil procesamiento y sellado; las operaciones de empaqueo -- pueden ir desde el método manual, pasando por procesos semiautomáticos hasta los más modernos que son totalmente automatizados y que varían de acuerdo al tamaño y -- cantidad del producto.

Algunos de los materiales de empaque requieren adhesivo o sellado térmico como el Polietileno, Polipropileno, - etc. mientras que otros se fijan mediante un simple estiramiento como el celofán.

4.- Comerciability.

El empaque muchas veces es lo que impacta al consumidor final así que la impresión, calidad, y resistencia son factores importantes. Las películas transparentes como el Polietileno y el Polipropileno cubren estos puntos -- ampliamente y han desplazado al papel que inicialmente se usaba.

2.2.2 Planeación del Empaque. (3)

Para obtener mejores resultados en el diseño de empaque se deben prever todos los puntos posibles de deficiencia en el producto, para ello, se presenta a continuación una serie de preguntas que van conformando las --

características del empaque deseado sin que esta lista sea exhaustiva:

1.- ¿Cuál es la forma física del producto ?

Sólido, líquido, gas, granular, viscoso.

2.- ¿ Qué tipo de protección requiere ?

- Barrera de vapor

al fabricarse, al usarse, mientras se vende

- Vida de anaquel

luz, cambios de temperatura, ataque de bacteria

- Propiedades

aroma, sabor, componentes volátiles, color

- Contaminación

olores ajenos, oxidación, otras reacciones

3.- El empaque es estructuralmente adecuado:

¿ Para someterse a altas velocidades de producción ?

¿ Para llegar a temperaturas extremas ?

¿ Para esterilizarse ?

4.- Es eficaz en cuanto a:

¿ La fluctuación de precios ?

¿ Qué dependa de precios de otros productos ?

5.- Requerimientos de Equipo.

¿ Puede el empaque moldearse, hacerse película y sellarse con equipos existentes o requiere de nueva maquinaria ?

¿ Podrían las modificaciones en la estructura del empaque costear nueva maquinaria que le de ventajas en velocidad de producción, eficiencia y economía ?

6.- Personal que produce el empaque.

¿ Requiere el empaque de operaciones de producción estandarizadas o de personal especializado ?

¿ Qué tipo de operaciones se necesitan automáticas, semiautomáticas o manuales ?

7.- Diseño.

¿ Permite el diseño un almacenaje adecuado ?

¿ El empaque es tan adecuado en producción como en ventajas para el consumidor ?

8.- Preparación.

¿ Tiene el empaque el peso adecuado o la capacidad en relación al contenido del producto ?

¿ Se usan varios componentes para armar el empaque ?

9.- Canales de Distribución.

¿ El tamaño del empaque es adecuado para el comprador y el intermediario ?

¿ Es conveniente para almacenarse y mostrarse ?

10.- Conveniencias para el Consumidor.

- ¿ Es de tamaño adecuado el empaque ?
- ¿ Permite el empaque al consumidor revisar el -
producto antes de consumirlo ?
- ¿ Se puede abrir facilmente el empaque ?
- ¿ El consumidor puede medir la cantidad de lo -
que compra ?
- ¿ El empaque es reutilizable para el consumidor ?
- ¿ El tamaño del empaque es conveniente para que
el consumidor refrigere, guarde o lleve consigo
el producto ?

11.- Consideraciones Económicas.

- ¿ Se usa la cantidad óptima de material para fa-
bricar el empaque ?
- ¿ Existe una relación normal entre el precio del
empaque y el precio unitario del producto ?
- ¿ Impacta el precio del empaque al del producto ?
- ¿ Lo económico o caro del empaque influye al com-
prador en la decisión de llevar el producto ?

12.- El Producto.

- ¿ Es un producto nuevo ?
- ¿ Cúales son sus usos ?
- ¿ Existen puntos o enfoques especiales para la -
venta ?

13.- El Mercado.

- ¿ Qué interesa de los consumidores ?
edad, sexo, nivel socio-cultural, locación geográfica, etc.
- ¿ Como se puede distribuir el producto ?
por canales regulares; tiendas independientes - cadenas de tiendas, orden por correo, venta directa.

14.- Hábitos del Comprador

- ¿ Cuales son los hábitos del comprador ?
Lo compra cuando lo va a usar o lo compra, lo -- guarda y luego lo consume ?

15.- Competencia

- ¿ Se cuenta con un estudio de empaques sucedáneos ?
- ¿ Se han comparado los puntos favorables y desfavorables de diversos empaques aplicados a un mismo producto ?

16.- Identificación del Producto en el Empaque

- ¿ Proporciona al empaque una identificación del nombre, contenido, condiciones de uso y almacenaje del producto ?

17.- Consideraciones Externas

- ¿ Puede asegurarse que tanto el empaque como el producto serán bien aceptados ?

CAPITULO III

BREVE ESTUDIO DE MERCADO.

3.1 Producción Mundial de BOPP.

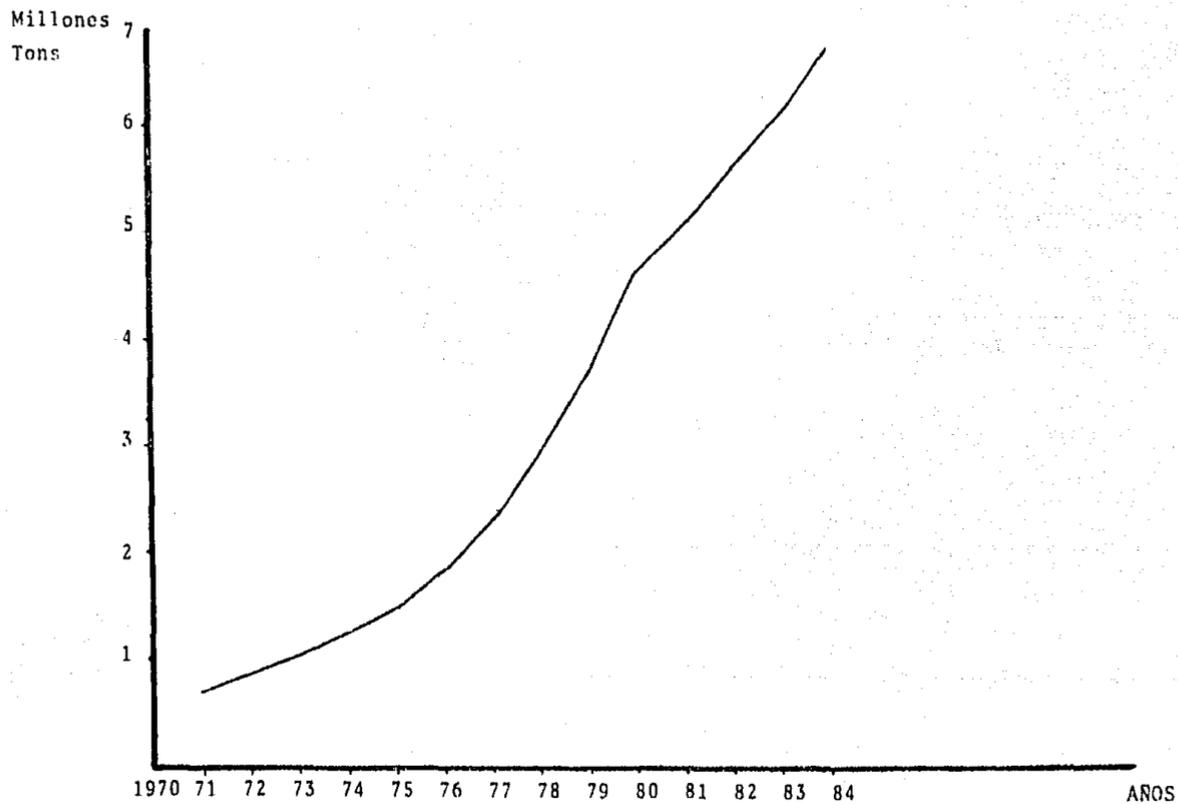
De los cinco principales termoplásticos el Polipropileno es el de menor consumo. A fines de 1978 la planta industrial de este producto era de 6.4 millones de toneladas (4) de las cuales el 84 % se encuentra en Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea y Japón.

Por otra parte el comercio internacional de Polipropileno no representa el 26 % de la producción mundial del cual la Comunidad Económica Europea realiza el 36 % de las importaciones y el 55 % de las exportaciones.

El principal mercado del Polipropileno se encuentra en la fabricación de productos moldeados por inyección. En los Estados Unidos este mercado absorbe el 49 % de la demanda al igual que en la Comunidad Económica Europea y 41 % en Japón, es decir que de la producción mundial de Polipropileno corresponde el 46 % a Polipropileno grado plástico como se muestra en la figura 3.1 con la retrospectiva 1971 - 1984.

Para los 80's el crecimiento en la capacidad instalada de BOPP se considera del orden de 9.5 % promedio anual para las tres fuentes productoras mencionadas.

FIGURA 3.1
PRODUCCION MUNDIAL DE BOPP.



3.2 Producción Nacional de BOPP.

La capacidad instalada de Polipropileno se mantuvo constante en 135,000 toneladas por año hasta 1975, en este año se incrementó a 180,000 TPA. El Propileno que se produce en México proviene de procesos de refinación y su pureza no alcanza el grado de polímero por lo que el BOPP que se consume en el país es totalmente importado.

3.3 Importación de BOPP.

El consumo de derivados de Propileno creció a una tasa media de 15.2 % durante la década de los 70's, esto viene siendo casi dos veces el ritmo de crecimiento observado en la producción. Esta deficiencia propició que el déficit de 20,000 toneladas en 1970 a 137,000 toneladas en 1980.

El BOPP como uno de los derivados del Propileno mas requerido en los ultimos años se ha importado en su totalidad. En el período correspondiente entre 1975 a 1980 las importaciones de Polipropileno crecieron en promedio 20.6 % (tabla 3.2) cada año siendo importantes los años de 1978 y 1979 ya que en este último con relación a 1977 el crecimiento fue de 87 %.

Por otra parte, el consumo aparente se reduce a ser el mismo que la importación. En 1980 se registra un 2 % de

T A B L A 3.2
IMPORTACIONES DE BOPP
(TONS)

1975	26368
1976	34000
1977	37578
1978	52059
1979	70342
1980	68894
1981	102630
1982	65241

Fuente: Instituto Mexicano de Comercio Exterior.

disminución en la importación de BOPP situación que mas tarde se acrecentó en 1982 donde el decremento fue de - 31.6 % respecto al año anterior.

3.4 Exportación de BOPP.

A diferencia del polipropileno filamento que se exporta desde 1974 hacia mercados textiles de Estados Unidos y Europa, el BOPP se ha consumido en su totalidad en el país debido principalmente a que es un producto de importación y a que los transformadores tienen buena demanda en las ventas nacionales.

3.5 Producción de Aluminio.

La producción de aluminio en México proviene del beneficio de la bauxita que es el mineral con mayor contenido de aluminio; en 1981 se produjeron 186412 tons bajando a 173215 tons en 1983, es decir 7 %; las expectativas de crecimiento para el período 1984-1988 se muestran bastante conservadoras con un crecimiento promedio anual de -- 2 % .

3.6 Producción del Empaque Interno de Cigarros.

En la actualidad el empaque interno de los paquetes de cigarros se fabrica indirectamente usando el Polipropileno por un proceso de transferencia (5) o bien por proceso directo.

El primero consiste en depositar aluminio en la película de Polipropileno para posteriormente transferirlo a papel bond, mientras que el directo como el nombre lo indica es un proceso de depositación directa del aluminio sobre el papel bond.

Estos materiales tienen aproximadamente cinco años en el mercado, desplazaron el uso de foil de aluminio integrado también a papel, ya que aunque no presentaban propiedades adecuadas de barrera a la humedad y a los aromas, debido al costo (aproximadamente 50 % menor que el foil de aluminio) justificaron su cambio.

El mercado de este producto lo representan principalmente cuatro empresas enlistadas de acuerdo a su participación:

- 1.- Propirey S.A. de C.V.
- 2.- Euromac Corporación Papelera S.A.
- 3.- Celanese Mexicana S.A de C.V.
- 4.- Graforegia S.A. de C.V.

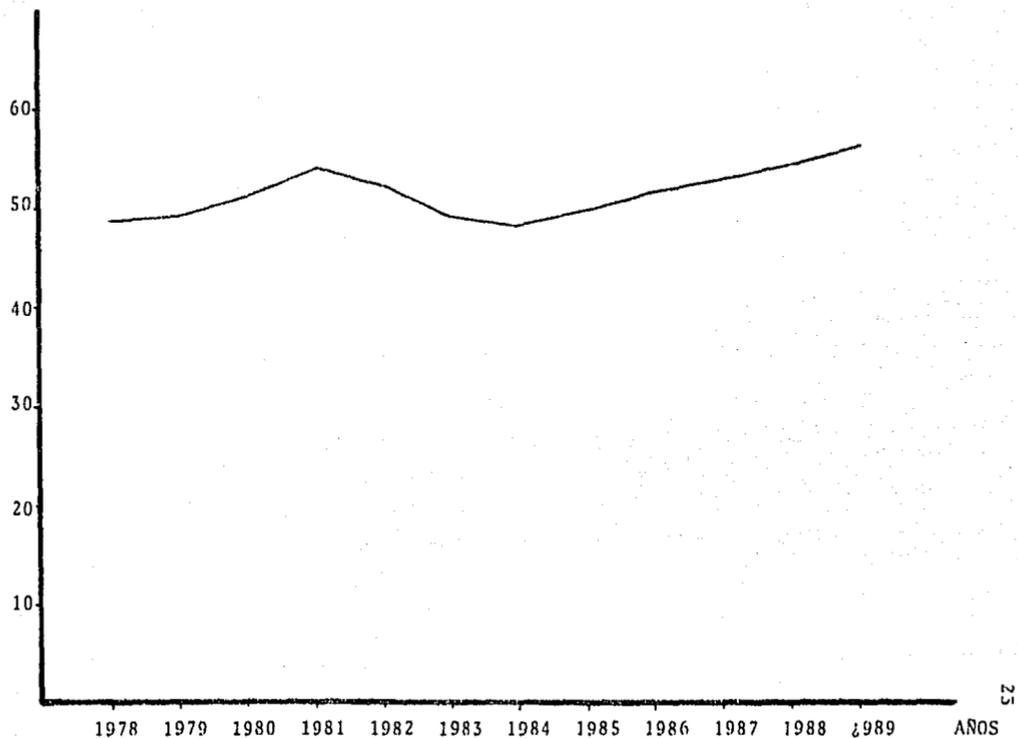
La capacidad instalada total es de aproximadamente --- de 12,000 toneladas por año en lo concerniente a las - ventas a la industria tabacalera ya que el mismo pro- ducto tiene usos alimenticios.

3.7 Proyección de la Demanda de Empaque Interno de paquetes de Cigarros. (22)

La demanda de empaque interno de cigarros esta directa mente en proporción al consumo de los mismos; como se puede observar en la figura 3.3 de 1978 a 1981 el cre- cimiento en el consumo de cigarros en la Republica -- Mexicana fue de 3.86 % en promedio, alcanzando el ni- vel máximo en 1981 de 53,000 millones; la crisis que - ha vivido este país impactó este mercado provocando -- una disminución de 9.43 % en el período 1981-1984, los fabricantes coinciden al estimar que a partir de 1985 el mercado tiende a estabilizarse con un crecimiento - moderado del 3 % anual para los siguientes cinco años. Para obtener la demanda historica del empaque interno de cigarros fue necesario correlacionar los siguientes datos:

- 1.- De la producción del empaque interno aproxi- madamente el 68 % se hace por proceso directo y el res- to por proceso de transferencia.

F I G U R A 3.3
DEMANDA DE CIGARROS HISTORICA Y FUTURA
EN LA REPUBLICA MEXICANA



$$\text{Transfer } 0.017556 \frac{\text{m}^2 \text{ emp.}}{\text{paq.}} \times 0.078 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ emp.}} = 1.3693 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{paq.}}$$

$$1632,000,000 \frac{\text{Paq. Dir}}{1984} \times 1.10602 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{paq.}} = 1805037 \frac{\text{kg.}}{1984}$$

$$768,000,000 \frac{\text{Paq. Tran}}{1984} \times 1.3693 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{paq.}} = 1051674 \frac{\text{kg.}}{1984}$$

$$\text{TOTAL} = 2856711 \frac{\text{Kg.}}{1984}$$

De tal forma que la demanda de 1984 fue de 2856 toneladas

La Proyección tiene la misma correlación de datos con la -
diferencia de que una película de BOPP tiene un rendimiento
mucho mayor, ya que sólo se consumen 25g. por cada metro -
cuadrado, mientras que en los procesos de transferencia y -
directo se consumen 63 y 78 gramos respectivamente.

Considerando la substitución de BOPP por los materiales --
actuales los requerimientos de mercado serían:

<u>AÑOS</u>	<u>TONELADAS</u>
1985	1084.9
1986	1117.5
1987	1151.0
1988	1185.5
1989	1221.1

CAPITULO IV

TAMAÑO Y LOCALIZACION DE UNA EMPRESA PRODUCTORA
DE BOPP METALIZADO.

TAMAÑO.

De acuerdo a los resultados del estudio de mercado del capítulo anterior, el tamaño de una empresa productora de BOPP Metalizado se puede definir en los siguientes términos:

- 1.- Por el lado de los insumos; no existe limitación alguna ya que el BOPP se importa en su totalidad, pero no se descarta la idea de que el grado polímero se obtenga en breve debido al desarrollo petroquímico del país. Por otra parte el aluminio cuenta con la infraestructura necesaria para soportar la demanda del mercado.
- 2.- Analizando la demanda, se observa que debido a la composición de la industria tabacalera en México, se tiende a una dependencia en función directa de las expectativas de crecimiento de las compañías Cigarreras que presenta puntos favorables y desfavorables tales como:
 - a) Mínima diversificación para la empresa productora de BOPP lo que es desfavorable.
 - b) Sinérgia de Consumo, es decir, que al haber

solo 2 fabricantes de cigarros en el país -- la captación de cualquiera de ellos hacia el 3OPP llevaría al otro a caer en el mismo esquema por conservar la competitividad del -- producto.

Por lo anterior podemos concluir que debido a las características del mercado que en este caso sería predominantemente de demanda, el tamaño de la empresa debe establecerse en términos de los requerimientos de empa que interno; para cubrir la proyección hasta 1989 la capacidad instalada de 1,500 toneladas por año se presenta como la mas adecuada.

LOCALIZACION.

Existen varios factores que se deben coordinar u optimizar para la definición geográfica de una empresa pro ductora de BOPP Metalizado.

Primeramente se analizan los insumos, que son principalmente el Polipropileno y el aluminio para el metali zado . El primero es un producto de importación que se obtiene con la compra directa del exterior, principalmente de los Estados Unidos mediante un permiso de importación de la Secretaría de Comercio y Fomento Indu trial SECOFIN (6) , o vía Petróleos Mexicanos que -- tambien importa el material; en este caso la distribu ción

se hace de Altamira Tamps, Cd. Madero Tamps o de Coatzacoalcos Ver.

El Aluminio es producido principalmente por ALCAN Aluminio S.A. de C.V. (7) y Reynolds S.A. de C.V. ambas compañías se localizan en el Distrito Federal.

Por otra parte estan los consumidores; en México la industria Tabacalera consta de dos grandes productores -- que son, Cigarrera la Moderna S.A. de C.V. y Compañía Tabacalera Mexicana S.A. de C.V. CIGATAM que tienen -- plantas distribuidas en el Distrito Federal, Monterrey Nuevo León, Toluca Estado de México, Zamora Michoacán, Zapopan Jalisco, Tepic Nayarit y San Luis Potosí S.L.P. Otro factor que debe considerarse es el financiamiento v los estímulos fiscales que otorga el Gobierno Federal al establecimiento de empresas dependiendo de su giro v ubicación geográfica.

El Fondo de Garantía para la Industria FOGAIN se constituye hoy como la fuente mas viable de financiamiento -- (8), ya que mediante la segmentación de zonas económicas en el país otorga créditos de habilitación o avío -- a nuevas empresas, ofreciendo atractivas tasas de intereses con amplios plazos de pago, que oscilan de uno a -- diez años hasta con tres años como período de gracia. Los préstamos se canalizan a través del Sistema Bancario v los intereses se fijan normalmente con el costo --

porcentual promedio que emite el Banco de México.

Los estímulos fiscales (9) que contemplan como objetivos; aumentar el empleo, promover la inversión, impulsar el desarrollo de la pequeña y mediana industria, - fomentar la producción de bienes de capital y promover un desarrollo regional equilibrado se otorgan de acuerdo a la siguiente clasificación.

El territorio nacional se divide en 4 zonas:

- Zona I Estímulos Preferenciales
- Zona II Prioridades Estatales
- Zona III Area de Crecimiento Controlado
- Zona IV Area de Consolidación

Por tipo de industria se clasifica en dos categorías:

- Categoría I Agroindustria, Bienes de Capital, Insumos Estratégicos para el Sector Industrial.
- Categoría II Bienes de Consumo No Duradero y Duradero, Bienes Intermedios.

Por adquisición de maquinaria y equipo de fabricación nacional según las empresas que se enlistan en el artículo noveno del Decreto correspondiente publicado en el Diario Oficial el 6 de marzo de 1979.

Los beneficios que se obtienen de esta clasificación son:

Certificados de Promoción Fiscal hasta por el 20 % de

la inversión en maquinaria y equipo, de igual forma -- hasta el 20 % por generación de empleos por inversión. Por último la distribución del producto de estar asegurada con infraestructura ferroviaria y carretera propia de la zona lo cual de antemano esta garantizado da da la ubicación de las compañías productoras de cigarrros.

Conjuntando el resultado de cada uno de los puntos analizados se concluye que:

- 1.- De acuerdo a los insumos la empresa debe localizarse en la zona intermedia de la distribución de - PEMEX y el aluminio pero no es determinante es decir hay flexibilidad.
- 2.- Por los consumidores la zona mas adecuada es la que quede equidistante con un radio no mayor a 600. kilómetros.
- 3.- Por tratarse de empaque para cigarrros el esquema fiscal ubica al producto en la categoría II Bienes de Consumo No Duradero y en la zona II de Prioridades Estatales que es donde se obtienen los mejores estímulos.
- 4.- La distribución debe tener el mismo enfoque de los consumidores aprovechando vías de comunicación. Se propone el municipio de San Luis Potosí por ser este el que cubre mas ampliamente los aspectos analizados con la siguiente información:

a) Distancia en kilómetros:(10)

San Luis Potosí	Distrito Federal	230 Km.
"	Cd. Madero Tamps.	476 Km.
"	Altamira Tamps	483 Km.
"	Monterrey N. L.	534 Km.
"	Toluca Edo. Mex.	399 Km.
"	Zamora Mich.	457 Km.
"	Zapopan Jal.	212 Km.
"	Tepic Hay.	578 Km.

b) Incentivos Fiscales en el municipio de San Luis - Potosí.

10 % Inversión en Maquinaria y Equipo.

20 % Generación de Empleos por Inversión.

Para la zona de prioridades estatales S.L.P. cubre las expectativas de mayor captación de Beneficios Fiscales.

Posteriormente en el capítulo VI se observará la interrelación de costos, fletes, mano de obra.

CAPITULO V

EVALUACION TECNICA

5.1 Descripción de Proceso.

El proceso de obtención de películas de BOPP Metalizado - se puede diferenciar en dos partes:

a) Biorientación de Películas.

Este proceso tambien recibe el nombre de moldeo con estiramiento (fig. 5.1) para dar orientación; el arreglo biaxial aporta mejoras notables en las propiedades fisicas tales como la barrera a la humedad y al paso de gases y a romas.

La siguiente descripción es para la obtención de película de BOPP con un rango de espesor de 0.15 mm hasta 0.90 mm, el ancho puede variar de 600 a 1,000 mm pero cambia de -- acuerdo a los requerimientos del productor por la eficiencia en corte.

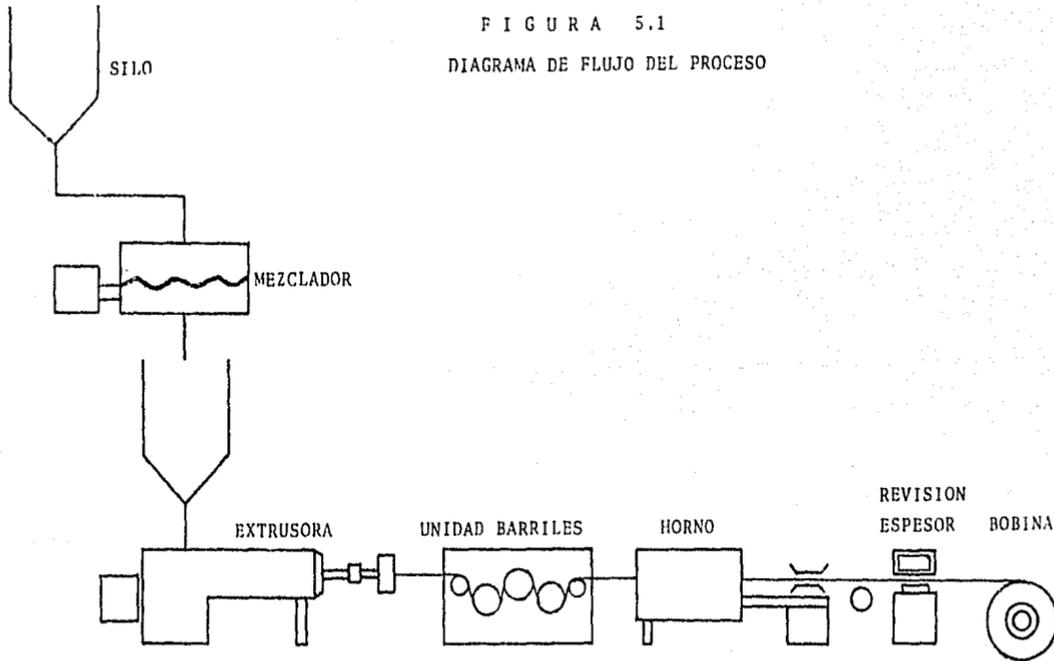
-Recepción de Materia Prima.

La resina virgen de Polipropileno se extrae de bolsas o - contenedores por medio de un sistema neumático o bien ma-nualmente para depositarlo en un silo de almacenamiento - posteriormente, los granulos de Polipropileno se envían a una tolva de carga para el mezclador.

-Mezclador.

El mezclador consta de una trituradora de filos ajustables

FIGURA 5.1
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



(fig. 5.2) en la que los granulos forman una mezcla u niforme propicia para la extrusión y posterior estira- miento (5).

-Precalentamiento.

La mezcla se introduce a un secador de tolva que tiene dos funciones, el precalentamiento en sí y la elimina- ción de humedad residual. La temperatura se ajusta de - tal forma que el secado sea eficiente pero que permita controlar la no fusión de la mezcla.

-Extrusión.

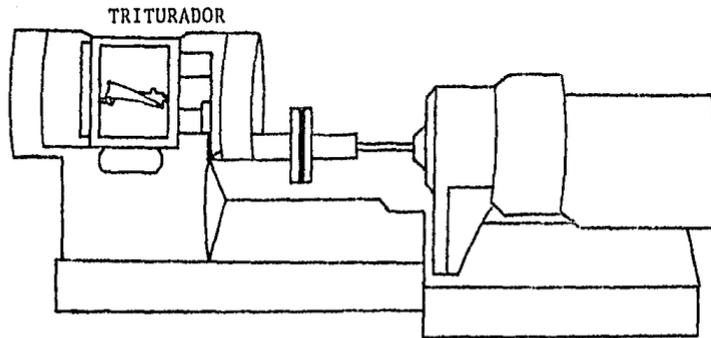
El diseño del tornillo de la extrusora (5) depende de cada fabricante ya que es uno de los puntos clave para la posterior orientación biaxial, en esta etapa se da - un venteo para reducir las partes residuales de monóme- ro de Propileno. El proceso es específico para un cier- to intervalo de peso molecular, distribución del mismo y contenido de monómero residual.

El dado varía en anchos hasta un máximo para la pelícu- la de 2,200 mm.

De tal forma se extruye la película que aún no adquiere ni el espesor ni el ancho final, es decir es un paso in- termedio en el que se forma la misma tomando las molécu- las el sentido de la extrusión longitudinal.

FIGURA 5.2

MEZCLADOR (11)



-Estiramiento.

La película descargada por el dado se pasa por una serie de barriles o cilindros con enfriamiento de agua (5) - que bajan la temperatura parcialmente al material.

A continuación se pasa al horno de estirado donde nuevamente se sube la temperatura; dos mordazas toman los extremos de la película estirandola transversalmente (fig. 5.3) al tiempo que se suministra aire a presión en el mismo sentido, siendo este momento en el que el material alinea sus moléculas a lo largo de dos planos y toma las dimensiones finales de espesor y ancho.

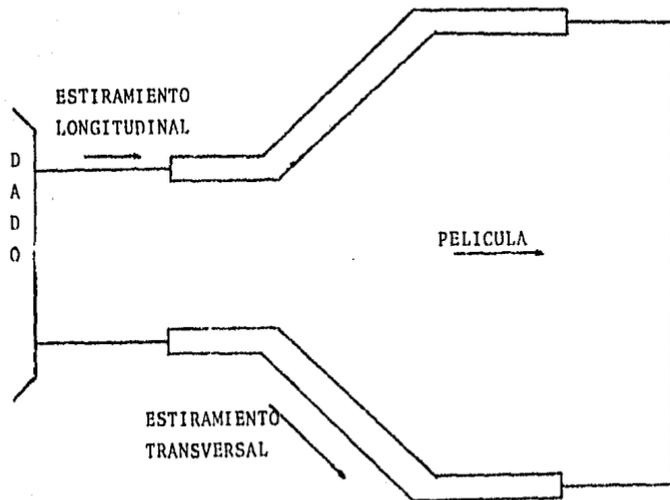
-Revisión de Espesor.

El espesor de la película se registra por medio de un calibrador que consta de dos postes o barras similares a un "Vernier" con resortes; al salir del rango de calidad se emite una señal que permite ajustar las variables del proceso que son la velocidad de flujo, la temperatura y el paso de aire a presión.

-Embobinador.

Finalmente el material se manda por una guía que los enrolla en carretes alternativos dejandolo listo para el proceso de Metalizado.

FIGURA 5.3
ESTIRAMIENTO TRANSVERSAL



b) Metalizado al Vacío.

El proceso de metalizado al vacío (5) consiste en cubrir la superficie de un material con una capa de metal; esto se logra mediante la evaporación del metal y su posterior condensación en el sustrato.

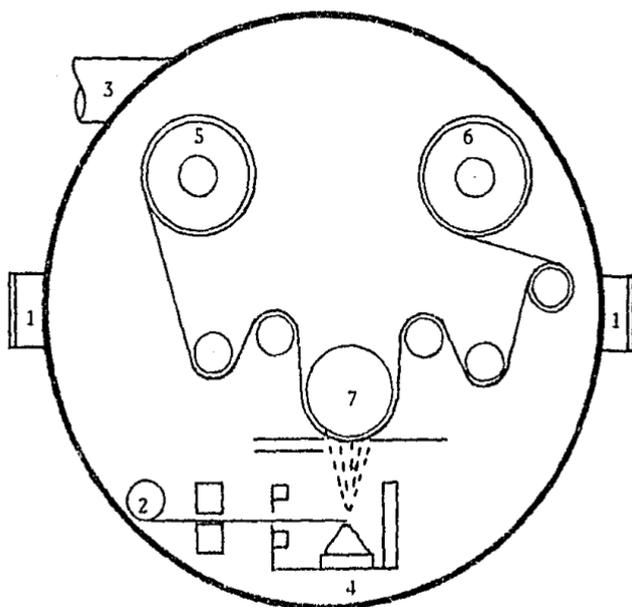
El proceso se lleva a cabo en una cámara de la cual se elimina el aire hasta que la presión residual es de aproximadamente una millonésima parte de la presión atmosférica.

El sustrato en este caso el BOPP en forma de película se hace pasar a través de esta cámara con la cara que se desea metalizar expuesta al vapor del metal. Este vapor se produce por el calentamiento del metal a una temperatura tal que la presión de vapor exceda la presión residual en la cámara, de esta forma, el metal se transfiere al sustrato que está relativamente frío.

La figura 5.4 muestra esquemáticamente la cámara de metalizado al vacío de la que las partes principales -- son:

- 1.- Equipo de embobinado y desembobinado para la película e incluye controles de velocidad, rugosidad y tensión de la misma.
- 2.- Recipiente de evaporación que consiste en el depósito conectado a una resistencia eléctrica a la que llega la alimentación de metal en forma -

FIGURA 5.4
CAMARA DE METALIZADO AL VACIO



- 1.- DUCTOS DE SALIDA
- 2.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE ALUMINIO
- 3.- BOMBA DE VACIO
- 4.- CAMARA DE EVAPORACION CON FUENTE DE PODER
- 5.- CILINDRO PARA DESEMBOBINADO
- 6.- CILINDRO PARA EMBOBINADO
- 7.- CILINDRO PARA DEPOSITACION CON ENFRIAMIENTO

de alambre con una velocidad que permite reponer - el material que continuamente se esta evaporando.

3.- Tambor de Enfriamiento por el cual pasa la película en el lapso en el que se deposita el metal.

4.- Equipo de Vacío consta de una serie de bombas rotatorias de alta velocidad con pistones mecánicos.

El tiempo necesario para obtener las condiciones - de vacío depende directamente del ciclo de operación y de la productividad del proceso.

El espesor del material a depositarse se relaciona en forma directa por la corriente de entrada al recipiente de evaporación, la presión en la cámara de vacío y la velocidad de la película; en la práctica el ajuste de la velocidad de la película es el método más común para variar el espesor del metal depositado.

La forma de corregir el espesor del metal es monitorear - la película midiendo la resistividad eléctrica (5).

Generalmente los recubrimientos metalizados son del orden de dos millonésimas de centímetro de espesor; no se da mucha importancia a las irregularidades de la película, si se cuenta con una superficie lisa se obtiene una película brillante, por el contrario si la superficie es ---

rugosa el resultado es un acabado mate.

Los metales que se evaporan son plata, oro, zinc, aluminio que es el que se usa en este caso, e inclusive -- cuando se llega a requerir el color oro o cobre tambien se usa aluminio con una laca coloreada.

No solo el BOPP se metaliza por este proceso en la actualidad tambien se aplica a poliester y nylon.

5.2 Balance de Materia.

Por lo planteado en el capítulo cuarto, el tamaño o capacidad instalada para el balance de materia es de 1500 TPA con las siguientes especificaciones del producto:

Espeor: 0.77 mm

Ancho 924.0 mm

Recubrimiento -
Aluminio.

Espeor: 0.00002 mm de aluminio.

Año base: 1985

Capacidad instalada: 1500 toneladas por año.

Rendimiento BOPP: 25 g/ m².

Area de empaque: 0.017556 m²/paquete.

Demanda de Cigarros

1985: 49,440,000,000

$25 \text{ g/m}^2 \times 0.017556 \text{ m}^2/\text{paquete} \times 1 \text{ paquete/ } 20 \text{ cigarros} \times$
 $49,440,000,000 \text{ cigarros/ } 1985 = 1,084,960,000 \text{ g/año } 1985$

Horas de Operación:

1 año/360 días x 1 día/16 hrs. (2 turnos) =

1 año/ 5760 hrs.

Rango de Producción Teórico:

1,084,960 Kgs BOPP/ 1985 x 1 año/ 5760 hrs. = 188.3 Kgs BOPP/hr.

Eficiencia del Proceso: 85 %

Rango de Producción Real:

$\frac{188.3 \text{ Kgs BOPP/ hr}}{0.85} = 221.5 \text{ Kgs BOPP/ hr.}$

0.85

Materias Primas.

a) Resina Virgen de Poliprolíneo:

$$1.042 \text{ Kg Resina/ Kg producto} \times 221.5 \text{ Kg producto/ hr} = 230.80 \text{ Kg Resina/ hr}$$

b) Aluminio:

$$221.5 \text{ Kg/ hr} \times 1 \text{ m}^2 / 0.025 \text{ Kg producto} = 8860 \text{ m}^2 / \text{ hr}$$

$$8860 \text{ m}^2 / \text{ hr} \times 0.00002 \text{ mm espesor} \times 1 \text{ m} / 1000 \text{ mm} =$$

$$0.0001772 \text{ m}^3 \text{ aluminio/ hr}$$

$$\text{Densidad del Aluminio } 2700 \text{ Kg/ m}^3$$

$$0.0001772 \text{ m}^3 \text{ aluminio/ hr} \times 2700 \text{ Kg/ m}^3 = 0.4784 \text{ Kg Al/ hr}$$

Servicios.

a) Por medio del balance de energía del inciso 5.3

$$\text{Agua de Proceso} = 3847 \text{ lts/ hr}$$

b) Aire

$$\text{Por especificaciones del equipo } 30 \text{ m}^3 / \text{ ton producto.}$$

5.3 Balance de Energía.

Base: 1 hr de operación.

Electricidad.

Los equipos que involucran energía eléctrica son:

-Mezclador (Triturador de cuchillas)

Consumo: 5 H.P./ hr

considerando una eficiencia del 80%

H.P. requerido= 5 H.P. nominales/ 0.8 = 6.25 H.P. x

0.7457 Kw/ H.P. (11) = 4.66 k.w./hr

-Secador

Capacidad 200 kg/ hr

Temperatura de Reblandecimiento: 128 °C.

Temperatura de Fusión: 168 °C.

Capacidad Calorífica.

Peso Molecular 50000 g/ g-mol.

Estructura del monómero de Propileno: C_3H_6 : 42 g/ g-mol.

Valores del Cp por elemento (Regla de Kopp) (12)

C= 1.8 H= 2.3

Carbonos por g-mol= 3571 Hidrogenos por g-mol= 7142.

C= 3571 x 1.8 cal/ g-mol °C. = 6428 cal/ g-mol °C.

H= 7142 x 2.3 cal/ g-mol °C. = 16427 cal/ g-mol °C.
22855 cal/ g-mol °C.

$$Q = 221.5 \text{ Kg/ hr} \times 1000 \text{ g/ Kg} \times 1 \text{ g-mol/ 50000 g} \times 22855 \text{ cal/ g-mol } ^\circ\text{C.} \times (129-22) ^\circ\text{C.} = 1.073 \times 10^7 \text{ cal/ hr}$$

$$10732 \text{ Kcal/ hr} \times 1.17 \times 10^{-3} \text{ Kw-hr/ Kcal} = 12.55 \text{ Kw}$$

(13)

-Extrusora.

H.P. consumidos por hora = 75 Eficiencia = 87 %

75 H.P./ 0.97 x 0.7457 Kw/ H.P. = 62.28 Kw

Resistencias de la extrusora.

6 zonas; 3 resistencias por zona; consumo = 9 amps./res.

voltaje = 440 volts

440 volts x (6 x 3) x 9 amps. = 71280 w = 71.280 Kw

-Unidad de Barriles.

Temperatura de enfriamiento = 35 $^\circ\text{C.}$

Aproximación = 50 $^\circ\text{C.}$ (14)

$T_1 = 169 ^\circ\text{C.}$ $T_2 = 35 ^\circ\text{C.}$

$t_1 = 22 ^\circ\text{C.}$ $t_2 = 85 ^\circ\text{C.}$

$$Q = 221.5 \text{ Kg/ hr} \times 1000 \text{ g/ Kg} \times 1 \text{ g-mol/ 50000 g} \times 22855 \text{ cal/ g-mol } ^\circ\text{C.} \times (169-35) ^\circ\text{C.} = 13465 \text{ Kcal} \times 1.17 \times 10^{-3} \text{ Kw/ Kcal} = 15.75 \text{ Kw} \times 2 = 31.5 \text{ Kw}^*$$

Cantidad de Agua.

$Q = 13465 \text{ Kcal}$

$$m = \frac{13465000 \text{ cal}}{1 \text{ cal/ g-mol } ^\circ\text{C.} \times (85-22) ^\circ\text{C.}} = 213730 \text{ g-mol}$$

$$1 \text{ cal/ g-mol } ^\circ\text{C.} \times (85-22) ^\circ\text{C.}$$

$213730 \text{ g-mol} \times 18 \text{ g/ g-mol} = 3847142 \text{ g} = 3847 \text{ lts.}$

* El consumo de energía se duplica debido al reacondicionamiento del agua a través de una torre de enfriamiento.

-Horno

Temperatura de Estirado = 50 °C. por abajo de la temperatura de fusión (168-50) °C:
= 118 °C.

$$Q = 221.5 \text{ Kg} \times 1000 \text{ g/ Kg} \times 1 \text{ g-mol/ } 50000 \text{ g} \times 22855 \text{ cal/g-mol } ^\circ\text{C.} \times (118 - 35) ^\circ\text{C.} = 8403.5 \text{ Kcal}$$

$$8403.5 \text{ Kcal} \times 1.17 \times 10^{-3} \text{ Kw/ H.P.} = 9.83 \text{ Kw}$$

-Aire Comprimido

$$\text{Presión requerida} = 5 \text{ Kg/ cm}^2$$

$$30 \text{ m}^3 \times 1 \text{ ft}^3/ 0.3048^3 \text{ m}^3 \times 1 \text{ lb-mol/ } 359 \text{ ft}^3 = 2.95 \text{ lb-mol/ hr.}$$

$$V = NRT/ P = \frac{2.95 \times 1.545 \text{ ft-lbf/ lb-mol } ^\circ\text{R.} \times 531 ^\circ\text{R.}}{2.12 \times 10^{-3} \text{ lbf/ft}^2}$$

$$V_1 = 1141 \text{ ft}^3/ \text{hr}$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (13)$$

$$K = P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad k = 1.1$$

$$1141 \text{ ft}^3 \times (2.12 \times 10^{-3} \text{ lbf/ ft}^2)^{1.4} = 40.4 \times 10^6 \text{ ft}^{2.4} \text{ lbf}$$

$$W = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1 - k}$$

$$V_2 = \left(\frac{K}{P_2} \right)^{1/k} = \left(\frac{40.4 \times 10^6 \text{ ft-lbf}}{1.06 \times 10^4 \text{ lbf/ ft}^2} \right)^{1/1.4} = 361.3 \text{ ft}^3$$

$$W = (1.06 \times 10^4 \text{ lbf/ft}^2 \times 361.3 \text{ ft}^3) - (2.12 \times 10^3 \text{ lbf/ft}^2 \times 1141 \text{ ft}^3) / 1 - 1.4$$

$$W = 3.5271 \times 10^6 \text{ ft-lbf} \times 3.77 \times 10^{-7} \text{ Kw/ ft-lbf} = 1.32 \text{ Kw.}$$

-Camára de Metalizado

$$478 \text{ g aluminio/ hr} \times \text{g-mol/ 27 g} \times 61020 \text{ cal/ g-mol (1)} = 1080280 \text{ cal/ hr} = 1080.28 \text{ Kcal/ hr} \times 1.17 \times 10^{-3} \frac{\text{Kw-hr}}{\text{Kcal}} = 1.26 \text{ Kw.}$$

-Bombas de Vacío.

Capacidad total 60 H.P.

Potencia consumida por hora = 35 H.P. eficiencia = 80%

$$35 \text{ H.P.} / 0.80 \times 0.7457 \text{ Kw/ H.P.} = 32.62 \text{ Kw}$$

Consumo total de energía eléctrica por hora.

Mezclador -----	4.66
Secador -----	12.55
Extrusora -----	62.28
Resistencias -----	71.28
U. Barriles -----	31,50
Horno -----	9.83
Compresor -----	1.32
C. Metalizado -----	1.26
Bombas Vacío -----	32.62

227.30 Kw.

5.4 Evaluación Experimental de Propiedades de Barrera contra la Humedad.

5.4.1 Procedimiento

El método propuesto es el siguiente:

Se utilizan 6 frascos de vidrio de 150 ml de capacidad cada uno completamente secos, a tres de ellos se les tapa con papel bond metalizado con aluminio (igual al que se usa com empaque interno de paquetes de 20 cigarrros) y los tres restantes con película de BOPP Metalizado con aluminio.

A continuación se pesan en una balanza analítica registrando el peso de cada uno de ellos, posteriormente se agregan a cada frasco 100 ml de agua e inmediatamente se tapan cuidando que queden perfectamente sellados.

Se repite el pesado de cada espécimen va preparado registrando los datos y se introducen a un desecador que contiene Sulfato de Sodio Anhidro, así mismo se toma la temperatura en el desecador.

Despues de la lectura inicial se llevan a cabo pesadas y registros a las 6, 12, 24, 36 y 48 hrs.

Características de los especímenes de prueba:

- Frasco de Vidrio (150 ml de capacidad)
- Papel Bond Metalizado por Transferencia
- Película de Polipropileno Biorientado Metalizado

-Area de Transferencia de los especímenes = 12.566 cm² .

-Sello de los Frascos: Abrazadera Metalica de Presión.

-Volumen de agua por espécimen : 100 ml

Equipo Requerido,

-Desecador de vidrio conteniendo Sulfato de Sodio anhidro.

-Balanza analítica Sartorius.

-Termómetro de 0 - 150 °C.

-Matraz volumetrico de 100 ml.

Finalmente se grafica el incremento de peso contra el incremento de tiempo para los dos tipos de empaque y cuando llegan a un estado estable, es decir, con pendiente constante se calcula el flux másico unitario de la siguiente forma:

$$\text{Flux} = \frac{\text{Incremento Peso}}{\text{Incremento Tiempo} \times \text{Área}} = \frac{g}{\text{hr} \times \text{cm}^2}$$

Con lo anterior se puede detectar la cantidad de agua que pasa por un área determinada en un período de tiempo dado. De tal forma a menor flux máximo mejor barrera a la humedad tendrán los materiales.

Cabe señalar que no se involucra el espesor de las películas dentro de los cálculos debido a 2 aspectos:

- 1.- El experimento es un regimen permanente por lo que se cumple con la ecuación de continuidad, es decir, al calcular la masa de agua que pasa en un lapso de tiempo se tiene un parámetro valido para diferenciar cual de las

2 películas presenta una mejor barrera a la humedad.

- 2.- Al usar el espesor de las películas se involucra el volumen y por lo tanto la densidad de los materiales, con lo cual se perdería la certeza en el resultado ya que se puede manejar una película de bajo espesor pero de alta densidad, la cual reportaría un valor bajo de flux másico.

5.4.2 Resultados con Empaque actual.

(Papel metalizado con aluminio)

Tiempo hrs.	P E S O E N G R A M O S		
	Frasco 1	Frasco 2	Frasco 3
0.0	214.3992	214.4020	212.6773
6.0	214.3514	214.3451	212.6090
12.0	214.3394	214.2669	212.5630
24.0	214.1510	214.2610	212.5309
36.0	214.0762	214.1794	212.4492
48.0	214.0069	214.1102	212.3768

	C A M B I O D E P E S O			Promedio
6.0	0.0478	0.0569	0.0683	0.0576
12.0	0.0598	0.1351	0.1143	0.1030
24.0	0.2482	0.1410	0.1464	0.1785
36.0	0.3230	0.2226	0.2281	0.2579
48.0	0.3923	0.2918	0.3005	0.3282

Area: 15.205 cm²

Incremento de tiempo: 36 hrs

Decremento de peso : 0.3282-0.1030= 0.2252

$$\text{Flux Masico Unitario} = \frac{0.2252}{36 \text{ hrs} \times 15.205 \text{ cm}^2} = 0.0004114$$

5.4.3 Resultados con BOPP. (Metalizado con aluminio)

Tiempo	P E S O E N G R A M O S		
HRS.	Frasco 4	Frasco 5	Frasco 6
0.0	214.2769	214.4735	212.5758
6.0	214.2511	214.4394	212.5687
12.0	214.2132	214.4170	212.5420
24.0	214.1330	214.3731	212.4438
36.0	214.0890	214.3321	212.3989
48.0	214.0575	214.2989	212.3685

	C A M B I O D E P E S O			
				Promedio
6.0	0.0258	0.0391	0.0071	0.0240
12.0	0.0637	0.0615	0.0338	0.0530
24.0	0.1439	0.1055	0.1320	0.1271
36.0	0.1879	0.1464	0.1769	0.1704
48.0	0.2194	0.1796	0.2073	0.2021

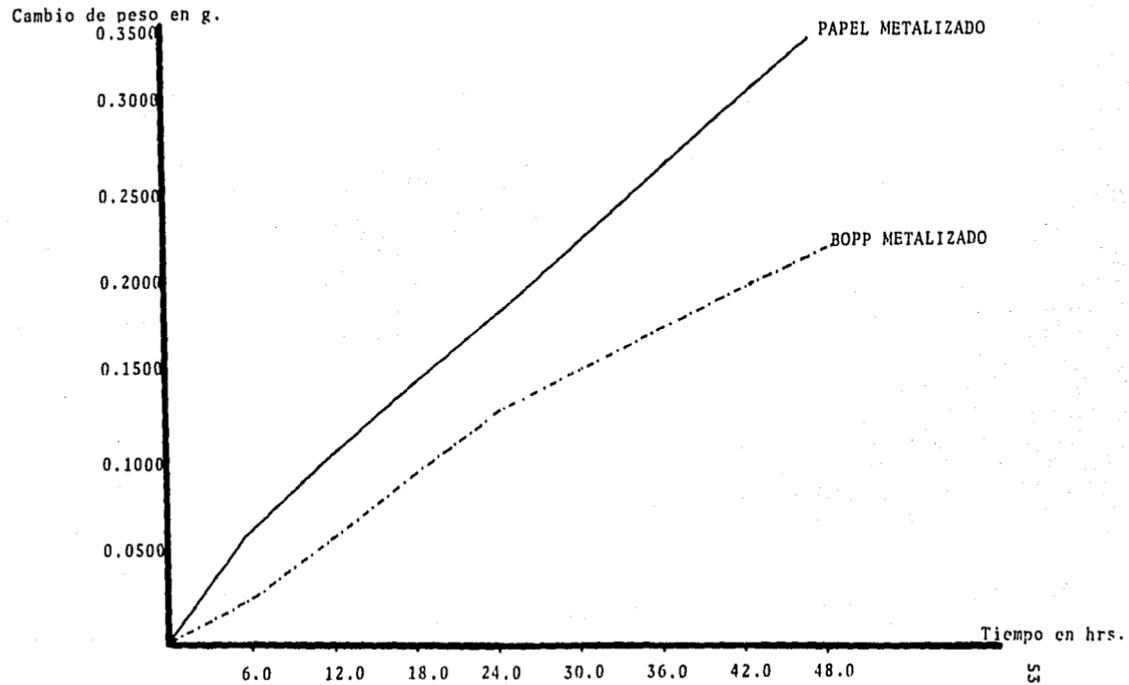
Area: 15.205 cm²

Incremento de tiempo: 24 hrs.

Decremento de peso: 0.2021-0.1271 = 0.0750

Flux Masico Unitario = $\frac{0.0750}{24 \text{ hrs} \times 15.205 \text{ cm}^2} = 0.0002055$

FIGURA 5.5
RESULTADOS EXPERIMENTALES



CAPITULO VI

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA.

6.1 Inversión Requerida.

Para determinar la inversión en una empresa productora de BOPP existen dos puntos a analizar que son:

a) La compra de los equipos de producción e instalaciones subsiguientes, el arrendamiento (ó compra) de la nave industrial y todo el mobiliario, equipo de oficina y del personal.

b) La inversión en la parte financiera de capital de trabajo.

Como primer análisis se enlistan los equipos e instalaciones basados en una estimación de costos a marzo de 1985, (23) De estos equipos la mayoría son de origen nacional, salvo los marcados con un *.

Miles de Pesos.

Silo de almacenamiento	950
Mezclador con tolva de carga	3830
Secador de Tolva	5340
* Extrusora de 75 H.P.	75879
* Unidad de Barriles y Horno - de Estirado	79672
Controlador de Espesor	210
Embobinador de dos rollos	558
* Máquina de metalizado al vacío con equipo accesorio incluido	203100

	<u>Miles de Pesos.</u>
Subestación Eléctrica de 440 V. v 15 KVA.	2241
Compresora de Aire	2766
Sistema Hidroneumatico de Bombeo	1213
Torne de enfriamiento	3598
Lote de tuberías y conexiones.	3714
Cableado Eléctrico	1150
Instalación de equipos	18892
Instalaciones de oficina	<u>645</u>
TOTAL	400255

Existe normalmente en las compañías valuadoras de plan--
tas un criterio bien definido en cuanto a los factores -
que se consideraran para la reposición de equipos, depen--
diendo de su origen de procedencia, ingeniería de insta-
lación, transportación, seguros en transito y gastos de
internación en el caso de equipos importados; los pre---
cios que se presentaron previamente incluyen los porcen-
tajes correspondientes de la siguiente clasificación:

Ingeniería -----	14 %	sobre el valor factura.
Transporte -----	11 %	" "
Seguros en transito --	6 %	" "
Gastos de Internación-	9 %	" "

Por otra parte está la nave industrial que se puede com-

prar o arrendar, en este caso se considera el arrendamiento de un área de 1300 m² que en la zona de San Luis Potosí tiene los siguientes precios:

m² techado (nave) ----- 210 \$ / mes

m² patio descubierto ----- 85 \$ / mes

de tal forma la renta se compone de:

1000 m² x 210 \$ / m² = \$ 210,000.0

300 m² x 85 \$ / m² = \$ 25,500.0

\$ 235,500.0 por mes.

Finalmente esta la compra del mobiliario y equipo de oficina en conjunto con los implementos del personal de producción.

Miles de pesos.

Mobiliario y Equipo -----	3850
(compuesto de 6 escritorios, 2 archiveros, 2 máquina de escribir, - accesorios menores, uniformes, botas de seguridad, guantes, anteojos, etc.)	

GRAN TOTAL 404105

Analizando el aspecto financiero se establecen las premisas para el capital de Trabajo compuesto por:

Caja y Bancos -----	15 días de la Vta. Neta
Inventarios -----	30 días del Costo de Vta.
Cuentas por cobrar -----	30 días de la Vta. Neta
Proveedores -----	15 días del Costo de Vta.

Al termino de los siguientes incisos se presentarán las proyecciones del estado de resultados del año de arranque y de

los dos posteriores en donde el monto del capital de --
trabajo quedará establecido.

6.2 Costos de Producción.

Basicamente el costo estandar del producto se define en los terminos del costo directo v del indirecto para com
pletar un costo absorbente o total. Con el año de arranque
de 1985 para una tonelada de producción estos son:

6.2.1 Directos.

6.2.1.1 Materia Prima

1042 Kgs de Polipropileno x 202.5 \$/Kg = \$ 211,005.00

0.4784 Kgs de aluminio/ hr x $\frac{4.51 \text{ hrs}}{\text{Ton BOPP}}$ x 1467.4 \$/Kg. =

\$ 3,166.00

TOTAL MATERIA PRIMA = \$ 214,171.00

6.2.1.2 Mano de Obra.

Para la capacidad instalada el rango de producción estable
cidos la mano de obra directa sería:

Producción de Película.

5 trabajadores/ turno x 1160 \$/turno x 0.56 turno/ ton =
3,248.00 \$/ ton.

Metalizado.

2 trabajadores/ turno x 1160 \$/turno x 0.56 turno/ ton =
1,299.20 \$/ ton.

TOTAL MANO DE OBRA 4,547.20 \$/ton.

6.2.1.3 Supervisión.

Se emplea un supervisor por turno con una participación directa sobre el proceso productivo.

1 supervisor/ turno x 1160(x 1.3) \$/ turno x 0.56 turno/
ton. = 844.48 \$/ ton.

6.2.1.4 Servicios.

Electricidad.

227.307 Kw-hr/ ton x 11.40 \$/ Kw-hr = 2,591.22 \$/ ton.

Agua

3.864 m³/ ton x 118.47 \$/ m³ = 339.30 \$/ ton.

Aire.

30.0 m³/ ton x 35.01 \$/ m³ = 1,050.30 \$/ ton.

TOTAL DE SERVICIOS 4,997.30 \$/ ton.

6.3.1 Indirectos.

Los gastos indirectos se componen por los principales departamentos que intervienen directamente en la producción como distribución, contabilidad, gerencia, relaciones laborales, credito y cobranzas, mantenimiento, etc.

En este caso la integración es como sigue para 1985:

Distribución	1 secretaria	\$ 720,000.00
	1 supervisor	\$ 907,000.00
	TOTAL	\$1,620,000.00

Contabilidad	1 contador	\$ 1,440,000.00
	1 auxiliar de registro	\$ 780,000.00
	TOTAL	\$ 2,220,000.00
Credito	1 supervisor	\$ 1,440,000.00
Gerencia	1 gerente	\$ 2,440,000.00
	1 secretaria	\$ 720,000.00
	TOTAL	\$ 3,120,000.00
Mantenimiento	Cubierto por los operadores	
	TOTAL	\$10,800,000.00

6.3.1.1 Depreciación.

Normalmente los equipos se deprecian en diez años, por lo que sobre el monto total de la inversión en maquinaria y equipo se puede calcular el 10% de depreciación - sobre el avalúo del año base.

De esta forma:

	<u>Miles de Pesos.</u>
Inversión Total	400597
Depreciación 10%	40059

Conjuntando los componentes del costo estandar el resultado vendría a ser :

Base 1 Tonelada

Capacidad 1500 toneladas por año	Rendimiento Bruto 100%
125 toneladas por mes	Rendimiento Neto 85%

MATERIAS PRIMAS	Cantidad	Precio	Importe
Polipropileno	1042	202.50	211005.00
Aluminio	2.159	1467.40	3166.00
		TOTAL	214471.00
MANO DE OBRA			
Directa	---	---	4547.20
Supervisión	---	---	844.50
		TOTAL	5391.70
SERVICIOS			
Electricidad (Kw-hr)	227.3	11.40	2591.32
Agua (m ³)	3.847	118.47	455.75
Aire (m ³)	30.0	35.01	1050.30
		TOTAL	4097.30
		GRAN TOTAL	226960.0
		\$/ ton.	

6.3.1.2 Seguros.

Otra parte de los gastos indirectos se debe a los seguros de maquinaria y equipo, estos se establecen en base al riesgo, de explosión, incendio, rayo, huracán y sismo. La forma de calcular el importe del seguro proviene del tipo de equipos asegurados y del monto de los mismos de acuerdo a un avalúo de donde para este tipo de empresas (15) se paga aproximadamente el 6.5% por lo que:

Miles de Pesos.

Inversión total	400597
6.5% aplicable al año de seguros	26039

6.4 Proyección de Estado de Resultados.

La conclusión de todo el análisis de costos es establecer un estado de Resultados para el año de arranque de la compañía así como para los dos siguientes años, con el objeto de obtener tres aspectos fundamentales:

- a) La relación Precio-Costo que deberá regir el comportamiento del producto en la comercialización.
- b) El nivel de utilidad que puede reportar la operación de una empresa de esta naturaleza.
- c) El punto de Equilibrio.

En la tabla 6.1 se reporta el estado antes mencionado tomando como año de arranque 1985 a efecto de ser congruentes con la base del estudio de costos.

Posteriormente en base a esta tabla se reporta en la 6.2 el Capital de Trabajo de acuerdo a las premisas del inciso 6.1 .

Finalmente en la tabla 6.3 aparece el estado de Posición Financiera con la tasa interna de retorno (TIR).

TABLA 6.1
ESTADO DE RESULTADOS M\$

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Ventas en Volúmen (Tons.)	1084.9	1117.5	1151.0
Precio de Venta	470	681.5	920.0
Venta Neta Facturada	509903	761576	1058920
Fletes	15297	22847	31768
Venta Neta	494606	738729	1027152
Costo Std. de Venta	242692	362611	485525
Utilidad Bruta	251914	376118	541627
Gastos Indirectos ¹	26839	37575	49974
Depreciación	40059	54079	70303
Gastos Admon. y Venta	25495	38078	52946
Utilidad de Operación	159521	246386	368404
I.S.R.	66998	103482	154730
Utilidad Neta	92523	142904	213674
% UB/VNF	49.4	49.4	51.1
% UO/VNF	31.2	32.3	34.7
% UN/VNF	18.7	18.7	20.1
Relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Costo}}$	2.1	2.1	2.2
Precio de Equilibrio	318.5	454.2	590.0
Relación Precio-Costo de Equilibrio	1.42	1.40	1.398

¹Incluye Seguros.

TABLA 6.2

CAPITAL DE TRABAJOBASE: 1985

	<u>M\$</u>
Caja y Bancos (15 días VNF)	20954
Inventarios (30 días C.V.)	20224
Cuentas por Cobrar (30 días VNF)	41908
Menos:	
Proveedores (15 días C.V.)	10112

Capital de Trabajo = 72974

ESTADO DE POSICION FINANCIERA

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Activo Circulante			
Caja y Bancos	20974	31297	43517
Clientes y Doctos. por Cobrar	41908	62595	87034
Inventarios	20224	29803	39906
Suma:	83086	123695	170457
Pasivo Circulante			
Proveedores	10112	14901	19953
Acreedores Bancarios Corto Plazo	-	-	-
Suma:	10112	14901	19953
CAPITAL DE TRABAJO	72974	108794	150504
Activo Fijo			
Activo Fijo Bruto	400597	400597	400597
Revaluación Activo Fijo	8011	24035	48070
Depreciación Activo Fijo	40057	42060	46266
Activo Fijo Neto	368551	382572	402401
Deuda Largo Plazo	200000	100000	-
Inversión Neta	218551	282572	302401
Capital Social	5000	5000	5000
Utilidad Acumulada	-	235427	449101
Utilidad Ejercicio	92523	142904	213674
Resultado por Pos. Monetaria	18802	8100	6507
Resultado por Ref. de Activos No Monetarios	52226	36045	45193
SUMA CAPITAL CONTABLE	168551	282572	402401

Tasa Interna de Retorno = 43.1%

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

El proceso de fabricación de una película de BOPP metalizado - se diferencia en 2 partes: la extrusión y biorientación de la película y posteriormente el metalizado de la misma; cada uno de estos pasos representa mantener un buen control en las variables del proceso para obtener el producto terminado de buena calidad.

En cuanto al mercado del BOPP se puede apreciar que por el momento la obtención de este material, depende exclusivamente -- de las compras de importación, aunque en un futuro próximo se pueda abastecer de fabricación nacional.

Por otra parte la demanda de empaque interno de paquetes de cigarrillos se observa con un nivel estable de crecimiento de alrededor de 3% anual, con lo cual se pudo definir que una empresa - productora de BOPP metalizado con capacidad de producción de - 1.500 Toneladas por año cubriría satisfactoriamente el consumo de este material.

Se propone la localización de dicha empresa en el Municipio - de San Luis Potosí, ya que es este punto geográfico el que -- mejor interrelaciona la compra de insumos, la distribución de producto y los beneficios fiscales.

En lo referente a la barrera contra la humedad del BOPP meta lizado y el papel bond metalizado el resultado de este trabajo fue el siguiente:

El flux masico a regimen permante es:

$$\text{BOPP} \frac{0.0750 \text{ g}}{24 \text{ hrs} \times 15.205 \text{ cm}^2} = 0.0002055 \text{ g/ hr cm}^2$$

$$\text{Papel metalizado} \frac{0.2252 \text{ g}}{36 \text{ hrs} \times 15.205 \text{ cm}^2} = 0.0004114 \text{ g/ hr cm}^2$$

Se observa que el BOPP metalizado permite menor paso de agua - que el papel metalizado, es decir presenta mejor barrera a la humedad.

Ahora bien, desde el punto de vista económico, los precios son:

BOPP 470 \$/kg.

Papel Metalizado 1199 \$/kg.

por lo que el BOPP resulta más económico que el empaque usado actualmente.

Finalmente la inversión necesaria para montar una planta productora de BOPP metalizado con la capacidad antes mencionada de 1,500 T.P.A. requiere de aproximadamente 400 millones de pesos con una estructura organizacional de 23 personas y con un capital de trabajo de 72.0 millones de pesos. Cabe señalar que algunos de los equipos como el horno de estirado y la cámara de metalizado son de importación.

Por lo anterior se concluye que el BOPP metalizado se presenta como una opción viable para substituir el papel metalizado en su uso como empaque interno de paquetes de cigarros en México.

Recomendaciones

El presente estudio se puede considerar como una base para la investigación de BOPP en aplicaciones muy diversas, principalmente en el empaque de alimentos donde las perspectivas para este producto son amplias, debido a las características de barrera de vapor a la humedad, facilidad de pigmentación, -- resistencia a la flexión, elongación a la rotura, transparencia y resistencia a grasas y aceites, y a su costo que actualmente es muy competitivo.

A P E N D I C E I

Comparación de Propiedades: Polibromileno Polietileno de alta densidad. *

P R O P I E D A D E S	Método ASTM	Polipropileno	Polietileno
-Generales			
Punto de fusión cristalino °C.	Birrefrigerancia	186-171	132-137
Densidad	D792-50	0.901	0.945-0.96
Contracción de moldeo cm/cm	A Temp. de Lab.	0.01-0.025	0.02-0.05
Temperatura de Fragilidad °C.	Ensayo de volumen específico	- 10	-100 a -180
-Propiedades Termicas.			
Carga a punto cedente, a 100°C. Kg / cm ²	D638-56T	121	84.4 -126.5
Modulo de Tracción, a 100 °C. Kg / cm ²	D638-56T	2601	1055 - 1758
Temperatura de distorción por al calor (4,64 Kg/cm ²) °C.	D648-56	105	68.3 - 79.4
Deformación bajo carga (140 - Kg / cm ²) 6 hrs a 50 °C.	D621-51	2.0	10 - 20
-Propiedades Mecánicas a 50,8°C. y 50% de humedad relativa			
Resistencia a la tracción Kg/cm ²	D638-56T	351.5	175.8-351.5
Modulo de Tracción Kg / cm ²	D638-56T	11952	5273-10546
-Propiedades de permanencia			
Absorción de agua (24 hrs) %	D570-54T	0.03	0.01- 0.03

* Bibliografía (1)

A P E N D I C E I I
Resistencia Química del Polipropileno.

Reactivos y Concentración.	Aumento de peso %	Resistencia a la tracción	Elongación %
Testigo	-	443	34
Inorgánicos			
Acido Sulfurico 98%	- 0.2	429	32
Acido Nitrico Fumante	- 0.1	439	32
Acido Clorhidrico 30%	- 0.2	440	36
Acido Fosforico 85%	+ 0.1	454	34
Amoniaco 30%	+ 0.3	465	30
Peroxido de Hidrogeno 30%	+ 0.2	506	34
Organicos.			
Eter de petroleo	+ 5.0	440	36
Benceno	+ 3.4	430	40
Xileno	+ 7.0	440	38
Cloroformo	+ 5.5	449	42
Tetracoloruro de Carbono	+13.5	435	42
Disulfuro de Carbono	+ 0.2	319	60
Alcohol metílico	+ 0.2	421	36
Acetona	+ 1.6	444	28
Acetato de Etilo	+ 2.8	461	28
Aceite de Oliva	+ 9.5	274	55

Propiedades determinadas en muestras de polipropileno despues de 30 dias de inmersión en cada reactivo a 22 ° C. Se dejó transcurrir un dia despues para que el material estuviera seco (1)

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Kirk & Othmer (1972)
Encyclopedia of Chemical Technology
Ed. John Wiley & Sons.
Pensylvania USA
- 2.- University Circle Research Center (1980)
Converted Flexible Packaging Markets
Ed. U.C.R.C.
Cleveland Ohio USA
- 3.- Herdeq Walter (1971)
Packaging an International Survey of Package Design
Ed. Graphis
Zurich Zwitterland
- 4.- Secretaria de Programación y Presupuesto (1981)
Industria Petroquímica Análisis y Espectativas
Ed. S.P.P.
México D.F.
- 5.- O'toole J.L. & Kline G.M. (1982)
Modern Plastics Encyclopedia
Ed. McGraw Hill
Pensylvania USA
- 6.- Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (1982)
Procedimientos de Importación de acuerdo a fracciones A.
Ed. S.E.C.O.F.I.M.
México D.F.

- 7.- Stewart J.J. (1976)
Manual de Aluminio Alcan
Ed. Aluminium Company of Canada
Ottawa Canada
- 8.- Alarcón J.M. (1980)
Fondo de Garantía para la Industria
Ed. NAFINSA
México D.F.
- 9.- Sánchez M.G. (1977)
Estímulos Fiscales.
Ed. Secretaria de Hacienda y Crédito Público.
México D.F.
- 10.-Martínez L.A. (1982)
Carta Geográfica de la República Mexicana
Ed. Asociación Nacional Automovilística
México D.F.
- 11.-McCabe & Smith (1976)
Unit Operations of Chemical Engineering
Ed. McGraw Hill Kogakusha
Tokyo Japan.
- 12.-Himmelblau D.M. (1980)
Principios y Cálculos básicos de la Ingeniería Química
Ed. C.E.C.S.A.
México D.F.

- 13.- Balhizer & Samuels (1977)
Engineering Thermodynamics
Ed. Prentice Hall International
Englewood, New Jersey, U.S.A.
- 14.- Kern D.Q. (1981)
Procesos de Transferencia de Calor
Ed. CECSA
México, D.F.
- 15.- Moreno J. y Jiménez R. (1983)
Manual de Procedimientos para Avaluos
Ed. Taller de Impresiones, S.A.
México, D.F.
- 16.- American Chemical Society (1979-83)
Chemical Abstract
Ohio, U.S.A.
- 17.- Vidrio Sandi Rodolfo (1969)
Estudio Comparativo de Películas Plásticas
Poliétileno - Polipropileno
Tesis UNAM
- 18.- Humpris K.J. (1980)
Características, Aplicaciones y Usos del Polipropileno
Reforzado
Plastics & Ruber Int. 5 Pág. 237-242
- 19.- Perry & Chilton (1978)
Chemical Engineering Handbook Ed. Mc Graw Hill
Pennsylvania, U.S.A.
- 20.- Morrison & Boyd (1980)
Química Orgánica Ed. Alhambra
Barcelona, España
- 21.- Fieser & Fieser
Tratado General de Química Orgánica Ed. Atlante
México, D.F.
- 22.- Información proporcionada por el Ing. Gabriel Silva Medina Gerente de Control de Calidad de GIGATAM.

23.- Información proporcionada en base a resultados reportados en la Industria por avalúos ALAMAR, S.A.