

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE ING. QUIMICA Y MANUFACTURERA

**“Estudio Técnico-Económico para la Fabricación de Sacos
de Polietileno en el Envasado del Azúcar”.**

T E S I S

Presentado por: Sonia Luz Reyes Gutiérrez

Violeta Tume Chunga

**Para optar el Título Profesional
de Ingeniero Químico**

LIMA - PERU

1986

DEDICATORIA:

A NUESTROS QUERIDOS
PADRES Y HERMANOS.

SONIA Y VICLETA

AGRADECIMIENTO

NUUESTRO PROFUNDO Y SINCERO AGRADECIMIENTO
A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE BRINDARON SU
COLABORACION PARA QUE EL PRESENTE ESTUDIO
HAYA LLEGADO A SU CULMINACION.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I Resumen y conclusiones

CAPITULO II Azúcar: Consideraciones generales

2.1 Introducción

2.2 Proceso de fabricación del azúcar de caña.

A.- Introducción

B.- Extracción del jugo

C.- Purificación del jugo - clarificación

D.- Evaporación

E.- Cristalización

F.- Centrifugado o purga

G.- Recocción de melazas

2.3 Propiedades físicas y químicas

2.4 Otros constituyentes de la caña de azúcar

2.5 Demanda del azúcar en el Perú

2.6 Manipuleo y comercialización del azúcar

CAPITULO III Material sustitutorio: Polietileno

3.1 Consideraciones generales

3.2 Descubrimiento y desarrollo

3.3 Fabricación

3.4 Estructura

3.5 Características

3.6 Propiedades

3.7 Aplicaciones

3.8 Evaluación de propiedades relevantes para el empleo de polietileno en la fabricación de bolsas.

CAPITULO IV Selección de la Resina

4.1 Generalidades

4.2 Clasificación de las resinas

4.2.1 PE alta densidad

4.2.2 PE baja densidad (uso general)

4.2.3 PE baja densidad (uso pesado)

4.2.4 PE baja densidad lineal

4.3 Puntos de vista para la elección del material

4.4 Formulación propuesta

CAPITULO V Producción de bolsas de polietileno

5.1 Consideraciones generales

5.2 Procedimiento de extrusión

5.2.1 Extrusor

5.2.2 Características de un extrusor de PE.

A.- Potencia y mecanismo propulsor

B.- Crapodina o cojinete de empuje

C.- Cilindro

D.- Tornillo

E.- Cribas y mallas

F.- Prolongaciones rectas, cabezales 90°
y matrices

G.- Sistema de calentamiento y enfriamiento

H.- Controladores de temperatura

5.2.3 Procedimiento de extrusión

5.2.4 Tratamiento de la superficie

A.- Tratamiento por descarga eléctrica

B.- Factores que afectan el grado de tratamiento.

- Ancho y separación del electrodo

- Velocidad del paso de la película

- Aditivos

C.- Defectos de tratamiento

- Tratamiento del reverso

- Exceso de tratamiento

D.- Medición del grado de tratamiento

- Generalidades del método

- Factores que influyen en la medición

5.2.5 Procesamiento

A.- Variables más importantes del proceso

- Temperatura de extrusión

- Velocidad de producción

- Relación de soplado

CAPITULO VI Procedimiento de Impresión y Sellado

6.1 Flexografía

6.2 Comparación con otros métodos de impresión

A.- Tipografía

B.- Litografía

C.- Rotograbado

D.- Serigrafía

- E.- Offset seco
- F.- Rotograbado indirecto u offset
- 6.3 Principios mecánicos de flexografía
 - A.- Rodillo de tinta
 - B.- Rodillo dosificador de tinta (anilox)
 - C.- Cilindro de plancha
 - D.- Cilindro de impresión
- 6.4 Herramientas básicas de la flexografía
 - A.- Trabajo de arte
 - B.- La plancha de impresión
 - C.- Cilindros y engranajes
 - D.- Dispositivo de montaje y pruebas
- 6.5 Las prensas flexográficas impresoras
 - A.- Sección de desembobinado y alimentación
 - B.- Sección de impresión
 - C.- Sección de secado
 - D.- Sección de salida y embobinado
- 6.6 Control de calidad de la impresión
- 6.7 Sellado: Introducción
- 6.8 Tipos de sellado
- 6.9 Métodos de sellado
- 6.10 Factores básicos del sellado
- 6.11 Aditivos para evitar la adhesión del polietileno a las barras.

CAPITULO VII Ingeniería del proyecto

- 7.1 El producto
- 7.2 Programa de producción

- 7.3 Proceso de producción
- 7.4 Capacidad instalada
- 7.5 Selección de maquinaria y equipo
- 7.6 Requerimientos de materiales
 - A.- Materiales directos
 - B.- Materiales indirectos
 - C.- Fuentes de abastecimiento
- 7.7 Requerimientos de servicio
- 7.8 Requerimientos de mano de obra
 - A.- Mano de obra directa
 - B.- Mano de obra indirecta

CAPITULO VIII Determinación de la inversión y costo unitario del envase propuesto

- 8.1 Estadísticas y mercado
 - 8.1.1 Análisis de la demanda
 - 8.1.2 Proyección de la demanda interna aparente a nivel nacional
- 8.2 Evaluación económica
 - 8.2.1 Inversión fija
 - 8.2.2 Presupuesto de egresos
 - 8.2.3 Capital de operación
 - 8.2.4 Inversión total
 - 8.2.5 Costo unitario de producción
 - 8.2.6 Precio unitario de venta

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INTRODUCCION

De la misma manera que en el resto de las industrias, los plásticos irrumpieron en el campo de los envases para uso pesado, aportando sus enormes ventajas y creando una nueva tecnología que sirvió para solucionar múltiples problemas.

La decisión a pesar de los materiales tradicionales al empleo de polímeros termoplásticos, es determinada generalmente por varios factores, a veces muy diferentes. Los criterios más importantes en favor de tales cambios son las ventajas que se tiene bajo el aspecto técnico de producción, la libertad de diseño, mejorando al mismo tiempo, la funcionalidad de los artículos y la mayor rentabilidad.

El empleo de los materiales termoplásticos, en el campo de los sacos de uso pesado fue iniciado en el Reino Unido en los primeros años de 1,960 para el empaque de fertilizantes. Inicialmente se tuvieron problemas de manipuleo, sobre todo en el apilamiento, superándose ésta dificultad con el uso de polietileno

de bajo coeficiente de fricción.

Las ventajas principales del uso de saco plástico, aparte de su almacenaje al aire libre y su bajo costo, incluye su alta resistencia al impacto, rasgado y la visibilidad del contenido.

Además de las múltiples ventajas en las propiedades físicas y mecánicas de los sacos de uso pesado, tenemos el aspecto económico que se muestra notablemente reducido respecto al tradicional (envase de pa pel).

CAPITULO I

RESUMEN Y CONCLUSIONES

RESUMEN

CAPITULO II.- Donde se ha revisado en bibliografía algunos aspectos generales del azúcar, a fin de conocer algunas características del producto a envasar, como sus propiedades físicas y químicas, comercialización, manipuleo, etc.

CAPITULO III.- Trata del estudio del material sustitutorio (polietileno), cuando fue descubierto, como se desarrolló, cual es su estructura química, cuales son sus características y propiedades, etc., a fin de conocer el material con el cual va--mos a trabajar.

CAPITULO IV.- Se hace una revisión del tipo de resinas de polietileno que existen en el mercado y a base de las propiedades que debe

cumplir el empaque se determina cual usar, planteando para esto una formulación propuesta en base a las resinas seleccionadas.

CAPITULO V.- Donde se trata del sistema de fabricación de una bolsa de polietileno; características de las máquinas, factores que influyen en el procedimiento de extrusión, etc., así como también se hace mención del control de calidad al que deben pasar dichas bolsas.

CAPITULO VI.- En este capítulo se hace una comparación con otros métodos de impresión, se habla de los principios de la flexografía, de los factores básicos del sellado, etc.

CAPITULO VII.- Trata acerca del producto, de la selección de máquina y equipo, de los requerimientos de materiales, etc., así como también se hace un balance a fin de determinar la capacidad instalada de la planta.

CAPITULO VIII.- Efectúa un análisis económico a fin de determinar el precio unitario de venta del producto terminado, todo ello en base a un estudio de mercado.

CONCLUSIONES

El presente Estudio permite afirmar las siguientes conclusiones:

- 1.- Las bolsas de polietileno propuestas se adaptarán en forma similar a las bolsas de papel con respecto al sistema de envasado del azúcar, pues no se efectuará ninguna modificación en la maquinaria instalada en las cooperativas agrarias azucareras.
- 2.- Como se trata de un proyecto de introducción se cubrirá solamente el 38 % de la demanda para el año 1,987, pudiendo cubrir el resto otras compañías de envases flexibles.
- 3.- La ubicación de la planta será situada continua, a una planta ya instalada de Envases Flexibles - para aprovechar los servicios auxiliares como laboratorio, agua, electricidad y otros.
- 4.- De acuerdo a la tabla de elaboración de plásticos para embalaje escogemos el PEBD debido a sus mejores condiciones de sellabilidad y a su bajo costo.
- 5.- En la formulación propuesta se escoge una mezcla de resina de baja densidad y lineal, éste último con el fin de mejorar las condiciones de procesamiento del material.
- 6.- El espesor del material debe estar dentro del ran

- go aceptado 7 milésimas de pulgada \pm 10 % a fin de evitar problemas en el proceso de sellado,
- 7.- El sistema de extrusión empleado para la fabricación de nuestro empaque es una extrusión de 2 capas, con el fin de reforzar las propiedades mecánicas de éste, y mejorar la sellabilidad -- del material.
 - 8.- Se ha de buscar un material extruido con un grado de tratamiento mayor o igual a 39 dy/cm, y un deslizamiento mayor o igual a 30° a fin de asegurar la buena calidad del material y un buen funcionamiento de éste como producto terminado.
 - 9.- El grado de sellabilidad que ofrecen las bolsas de polietileno H.D. esta garantizado por el material seleccionado y la maquinaria adecuada -- que ha sido utilizada para este proceso.
 - 10.- La impresión mediante el sistema flexográfico ofrece ventajas respecto al costo de impresión -- de la envoltura.
 - 11.- Refiriéndose a los insumos utilizados para el -- sistema flexográfico (tintas, solventes, barnices, cyreles, montaje, etc.) estos son de bajo costo comparados con otros sistemas de impresión por ejemplo el sistema rotograbado.
 - 12.- El material seleccionado presenta las propiedades óptimas y necesarias, ya que fueron someti

das a exhaustivas pruebas de control de calidad, obteniendo resultados satisfactorios para la conservación química y física del producto (alimentos).

- 13.- La selección de maquinaria y equipo se ha estimado considerando las características tecnológicas de plantas similares.
- 14.- El precio unitario de venta es de 0.284 \$/bolsa, frente al de una bolsa de papel que es 0.41 \$/bolsa, con lo cual se concluye que el proyecto - es factible de realizar.

CAPITULO II

AZUCAR - CONSIDERACIONES GENERALES

2.1 INTRODUCCION

La sacarosa se encuentra ampliamente distribuída en la naturaleza: en jugos, semillas, frutos, flores y raíces de las plantas, es uno de los disacáridos más ampliamente distribuido.

Las principales fuentes comerciales de sacarosa son la caña de azúcar y la remolacha.

La caña de azúcar se corta y se muele haciéndola pasar por un molino de rodillos que esprime el jugo , y la fibra residual (bagazo) se emplea como combustible o como fuente de celulosa para la fabricación de productos de papel. El jugo se purifica parcialmente por tratamiento con cal que origina la precipitación de muchas impurezas. El jugo claro se evapora al vacío y el material cristalino obtenido, que es de color café; se vuelve a cristalizar. Este azúcar cruda se purifica en la refinería mediante diversos procesos,

como la decoloración con carbón activado.

La solución de azúcar decolorada se evapora al vacío con lo que se obtiene el azúcar blanca del comercio.

La sacarosa es problemente el compuesto orgánico más puro que se pueda obtener por toneladas.

2.2 PROCESO DE FABRICACION DEL AZUCAR DE CAÑA

A.- INTRODUCCION

Aquí se hace una descripción muy breve del proceso de fabricación de azúcar crudo. El flowsheet (Fig. N° 2.1) muestra el proceso según se lleva a cabo en las plantas modernas, incluye los procedimientos de uso general, pero no ciertas variantes y parámetros que se usan en muchas partes del mundo.

B.- EXTRACCION DEL JUGO

Se prepara la caña para la molienda haciéndola pasar por:

A) Cuchillas giratorias que cortan los tallos y los convierten en astillas.

B) Entre mazas de rallado grueso que quiebran la caña y exprimen gran parte del jugo.

C) Por desfibradores en forma de molino de martillos que desfibran la caña sin exprimir jugo.

Generalmente se hacen combinaciones de dos o los tres métodos.

Los molinos son unidades múltiples de combinacio

nes de tres mazas entre los cuales pasa sucesivamente la caña exprimida o "bagazo". Para ayudar a la extracción del jugo, se rocía la torta de "bagazo", al salir de cada unidad moledora, con chorros de agua o de jugo pobre en azúcar, ayudando a la extracción del azúcar por lixiviación. Este proceso llamado "imbibición" (o, menos frecuentemente maceración o saturación) tiene muchas variantes.

Los mejores procedimientos de molienda logran extraer en forma de jugo, más del 95 % del azúcar que contiene la caña; porcentaje llamado extracción de la sacarosa.

El diagrama de flujo muestra un tren de molinos "tandem", con quince mazas, dos juegos de cuchillas giratorias y una desmenuzadora.

- Mazas: cilindros de gran tamaño.

C.- PURIFICACION DEL JUGO - CLARIFICACION

El jugo que exprimen los molinos es ácido, turbio y de color verde oscuro. En el proceso de clarificación, ideado para eliminar las impurezas solubles como las insolubles, es universal el uso de la cal y el calor como agentes clarificadores.

La lechada de cal, preparada con aproximadamente una libra de CaO por tonelada de caña, neutraliza la acidez natural del jugo, y forma sales insolubles de cal, principalmente en forma de fosfatos de calcio.

Al calentarse el jugo alcalino, hasta su punto de ebullición, o un poco más allá de este punto, coagula la albúmina y algunas de las grasas, ceras y gomas, formando un precipitado que contiene tanto los sólidos - en suspensión como las partículas más finas.

Mediante la sedimentación, se logra la separación de los lodos del jugo claro. Los lodos se filtran en filtros de tambor rotativo al vacío o en algunas fábricas, en filtros de láminas a presión.

El jugo de los filtros-prensas retorna al proceso, o se añade directamente al jugo claro, y la torta de las prensas se tira o se lleva a los campos como fertilizante. El jugo clarificado de color oscuro, es enviado a los evaporadores sin sufrir tratamiento alguno. La Figura N° 2.1 muestra una clarificación continua en un solo clarificador del tipo de bandejas, - con filtración de las aguas enlodadas en filtros al vacío.

D.- EVAPORACION

El jugo clarificado, que posee casi la misma composición que el jugo crudo extraído (con la excepción de las impurezas precipitadas que fueron extraídas por el tratamiento con cal) contiene aproximadamente 85 % de agua. Las dos terceras partes de esta agua se evapora en evaporadores de múltiple efecto al vacío (generalmente de cuatro cuerpos).

La Figura N° 2.1 muestra el cuádruple efecto en

el cual la introducción de una libra de vapor evapora cuatro libras de agua. El jarabe (llamado "melaza" - en América Latina) sale del último cuerpo, con un contenido aproximado de 65 % de sólidoa y 35 % de agua.

E.- CRISTALIZACION

La cristalización se lleva a cabo en reciipientes al vacío, de simple efecto, en los cuales se concentra la melaza hasta quedar saturada de azúcar. Al llegar a este punto, se introducen "cristales de siembra" para que sirvan de núcleo a los cristales de azúcar, y se va añadiendo más melaza a medida que se evapora el agua. Los cristales originales que fueron formados por destreza del operador del cristalizador, o por un control mediante instrumentos, "crecen" sin que formen cristales adicionales, a medida que en e-llos se va depositando azúcar procedente de la masa - de ebullición. Este crecimiento de los cristales continua hasta que al quedar lleno el recipiente han alcanzado un tamaño previamente determinado. La mezcla de cristales y melaza queda concentrada hasta formar una masa densa "masacocida", y la "templa" o contenido del tanque se descarga a través de una válvula inferior hacia un mezclador o cristalizador.

F.- CENTRIFUGADO O PURGA

La masacocida que se llevó al cristaliza-dor se hace pasar a las centrifugas. El "canasto" ci-lindrico de la centrifuga que esta suspendido de una -

flecha o "huso" tiene sus costados perforados y forrados de tela metálica, entre el forro y el costado hay láminas de metal que contienen perforaciones. Las máquinas que son impulsadas por correas o motores eléctricos giran a velocidades de 1,000 á 1,800 R.P.M. El forro perforado retiene los cristales de azúcar que pueden ser lavados con agua si se desea. Las aguas madres o melaza pasan a través del forro, impulsadas por la fuerza centrífuga que sobre ellas se ejerce; cuando el azúcar queda purgado, se descarga de la centrífuga, quedando ésta lista para recibir otra carga de masacocida. Las instalaciones modernas son exclusivamente del tipo de alta velocidad con control automático o parcial de todo el ciclo de purga.

G.- RECOCCION DE MELAZAS

En el sistema de cocción triple mostrada en la Figura N° 2.1, la primera cocción de jarabe puro rinde azúcar crudo o melaza A; esta retorna al tanque para ser recocida junto con una porción de masacocida de primer grado, y formar una segunda masacocida B que a su vez rinde otra cosecha de cristales. El azúcar procedente de B se junta con el azúcar A para constituir la producción comercial de la fábrica.

La segunda melaza B es de pureza mucho menor, y a su vez se vuelve a cocer con nuevo jarabe para formar una mezcla de bajo grado C. Estas masacocidas -

de bajo grado permanecen durante varios días en los -
 cristalizadores donde se enfrían; la masa es manteni-
 da en movimiento por medio de aspas giratorias. El a-
 zúcar C se mezcla con jarabe y se utiliza para "siem-
 bra" de masacocidas A y B.

La melaza final es un material pesado y viscoso
 que contiene aproximadamente una tercera parte de sa-
 carosa, otra tercera parte de azúcares reductores, y
 el resto de cenizas, na-azúcares orgánicos, y agua.
 Sirve como base para la fabricación de azúcar indus-
 trial, para la producción de levadura, y para otros -
 fines.

2.3 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

La sacrosa es un disacárido producido por la con-
 densación de glucosa y fructuosa; tiene la fórmula em-
 pírica : $C_{12}H_{22}O_{11}$, con un peso molecular 342.00. Se
 ha determinado que su estructura y configuración este-
 reoquímica son las de α - D - glucopiranosil y β - D
 - fructofuranasido (Fig. N° 2.2).

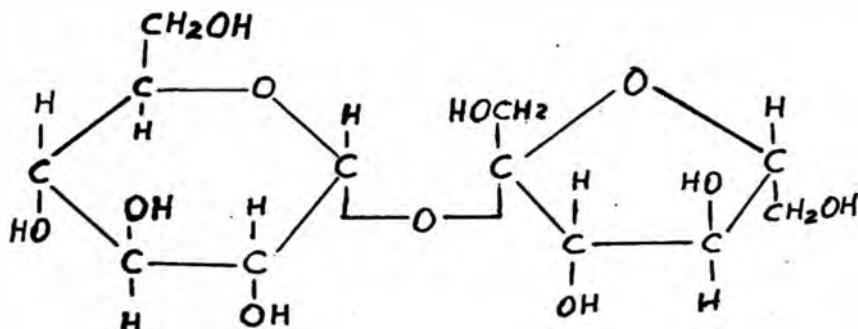


FIG. N° 2.2 ESTRUCTURA Y CONFIGURACION DE LA SACAROSA.

Dentro de las propiedades más importantes de este disacárido mencionaremos:

- La sacarosa cristaliza de una solución acuosa como compuesto anhidrido, en forma de prismas transparentes del sistema monoclinico que pertenecen específicamente a la clase 4: monoclinica esferoidal; monoclinica hemimórfica.

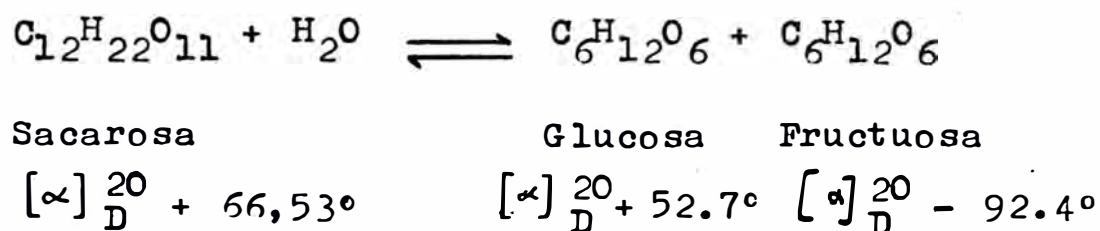
- Los cristales tienen una densidad de 1.5879 a 15 °C, y muestran actividad óptica a lo largo de dos de sus tres ejes.

- La sacarosa pura funde a 180 °C, se han obtenido valores de 160 °C a 180 °C para este punto de fusión; pero ello ha sido resultado del efecto notable que han sufrido las trazas de impurezas sobre el comportamiento de la sacarosa al ser calentada.

- En solución, este azúcar es dextrógiro, con una rotación específica de $[\alpha]_D^{20} + 66,53^\circ$ a una concentración de 26 gramos por 100 ml de agua. Esta propiedad es de gran importancia por constituir la base de los métodos polarimétricos de análisis.

- La sacarosa es muy soluble en agua como lo son casi todos los azúcares, una solución saturada a 20°C contiene 67.09 % por peso de azúcar. No reduce los iones de cobre o de otros metales en soluciones alcalinas tales como la de Fehling, ya que ni el grupo reductor de aldosa ni el de la catosa están libres en la molécula del grupo disacárido.

- La inversión: la sacarosa se hidroliza con facilidad en soluciones ácidas a velocidades que aumentan notablemente según el aumento de la temperatura y la disminución del pH, con liberación de los monosacáridos constituyentes según la reacción:



Esta reacción se denomina inversión ya que produce un cambio de la actividad óptica dextrógira propia de la sacarosa a una actividad neta levógira, equivalente a $[\alpha]_D^{20} - 39,7^\circ$, de los productos de reacción.

Esta reacción es sumamente importante en la fabricación del azúcar, ya que se pierde sacarosa cuando los jugos se mantienen a un pH de 7, o ligeramente superior, especialmente durante las múltiples operaciones para las cuales se requieren altas temperaturas.

2.4 OTROS CONSTITUYENTES DE LA CAÑA DE AZUCAR

- A) Acidos orgánicos
- B) Proteínas
- C) Constituyentes minerales
- D) Constituyentes orgánicos
- E) Gomas naturales
- F) Almidón.

2.5 DEMANDA DEL AZUCAR EN EL PERU

El Perú es un gran productor de azúcar de caña a nivel Latinoamericano.

La industria de la refinación del azúcar está -- bastante desarrollada en nuestro medio, a pesar de es te gran adelanto, la producción nacional no satisface el consumo nacional en su totalidad, viéndonos con la necesidad de importar este alimento de primera necesi dad.

La Tabla N° 2.1 muestra el consumo y la produc-- ción nacional en toneladas métricas de los años 1970 a 1979.

La calidad del azúcar fabricada en el Perú es una de las mejores a nivel mundial ya que a elle se le aplican normas CODEX (norma mundial) en su elaboración, así tenemos:

- Se entiende por azúcar blanco sacarosa purificada y cristalizada (sucrosa).

- Composición y factores esenciales de calidad:

Especificación A

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| - Polarización | no menos de 99,7 °S |
| - Contenido de azúcar invert. | no más de 0.04% m/m |
| - Cenizas de conductividad | no más de 0.04% m/m |
| - Pérdida por desecación | no más de 0.1 % m/m |
| (3 hrs. a 105 °C) | |
| - Color | No más de 60 unidades ICUMSA. |

Especificación B

- Polarización no menos de 99.5 °S
- Cont. de azúcar invertido no más de 0.1 % m/m
- Cenizas de conductividad no más de 0.1 % m/m
- Pérdida por desecación no más de 0.1 % m/m
- Color no más de 150 unidades ICUMSA.

Aditivos alimentarios

- Dióxido de azufre dosis máxima.
- Especificación A 20 mg/Kg.
- Especificación B 70 mg/Kg.

Contaminantes

Especificaciones A y B.

- Arsénico (As) 1 mg/Kg
- Cobre (Cu) 2 mg/Kg
- Plomo (Pb) 2 mg/Kg.

2.6 MANIPULEO Y COMERCIALIZACION DEL AZUCAR

La comercialización la realiza la Central de Cooperativas Azucareras de Producción.

Las Cooperativas Azucareras principales del Perú son:

- C.A.P. TUMAN LTDA N° 14
- C.A.P. PARAMONGA
- C.A.P. LAREDO
- C.A.P. CASA GRANDE
- C.A.P. ANDAHUASI.

Las Cooperativas Azucareras envasan 2 tipos de a zúcar rubia :

- El azúcar rubia "T" (98.5 Polarización) en bol--sas de 50 Kg para consumo interno.
- El azúcar rubia "A" (97.5 Polarización) en sacos de 70 Kg para exportación.

El azúcar refinada (blanca) se realiza en bolsas de 50 Kg.

El tipo de envase propuesto: bolsas de Heavy Duty permitirá usarlo en los tres casos, observando que para el tipo de azúcar rubia "A" se envasarán 50 Kg.

El manipuleo de las bolsas de polietileno Heavy Duty es similar a las bolsas de papel Kraft (95 gr/m²) que contienen la misma cantidad de producto.

Estas bolsas pueden ser manipuladas fácilmente - por la parte superior donde se sitúa su refuerzo.

El apilamiento de las bolsas está controlado por las propiedades del material (antideslizante) al igual que en las bolsas de papel en el que su deslizamiento está controlado por su coeficiente de fricción.

Ofrecen una gran resistencia al impacto de tal - manera que no se desgarran fácilmente como lo son las bolsas de papel.

AÑO	Az. Refinada	Az. Rubia	Total	Producción Nacional	Importación
1970	209,991	170,869	380,860	-	-
1971	246,252	170,021	416,273	-	-
1972	277,607	180,489	458,090	451,846	6,244
1973	288,263	195,821	484,084	477,698	6,386
1974	307,825	215,942	523,767	516,674	7,093
1975	283,830	267,806	551,636	543,357	8,279
1976	292,768	281,534	574,302	565,541	8,760
1977	286,916	255,265	542,181	534,445	7,736
1978	259,988	286,430	546,418	539,484	6,934
1979	267,360	281,519	548,879	540,896	7,983
Total	2'720,800	2'305,696	5'026,496	-	-
Promedio	272,080	230,570	583,829	-	-

TABLA N° 2.1 CONSUMO NACIONAL DE AZUCAR 1970 / 1979 (Toneladas Métricas)

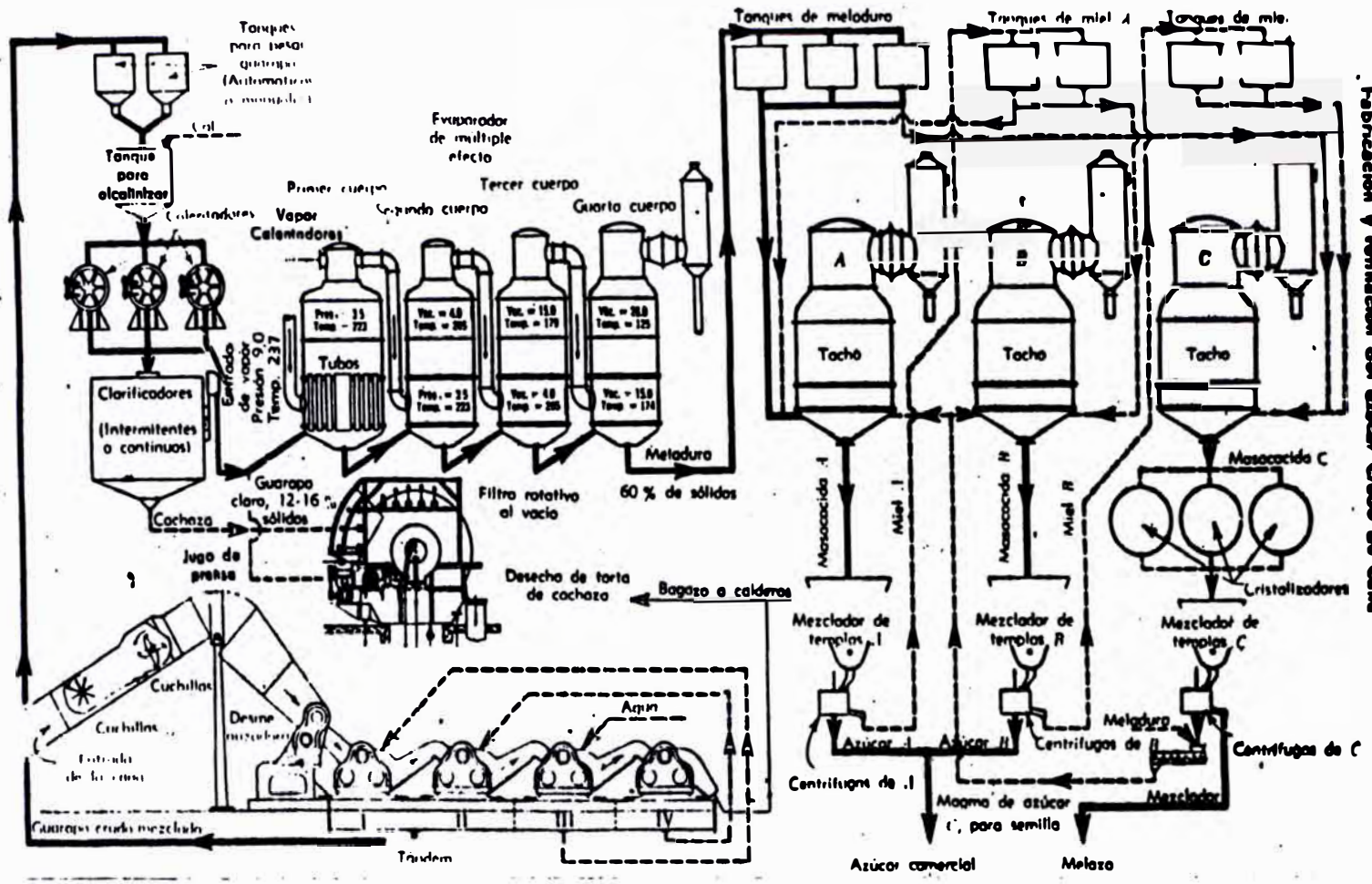


FIG. Nº 2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN INGENIO DE CRUDOS

CAPITULO III

MATERIAL SUSTITUTORIO : POLIETILENO

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Se escogió como material sustitutorio el PE. por referencias históricas de usos en países más avanzados tecnológicamente, por ejemplo en el Reino Unido, desde los años 1,960 fue usado este material en el campo de los sacos de uso pesado.

El compuesto a embalar era 50 kgs. de fertilizantes para lo cual se usaban originalmente sacos de papel de multicapas, siendo de 5 pliegues de papel con un pliegue interno de 25 micrones de PEBD, siendo sustituido éste material por sacos de PE. de 250 micrones de espesor originalmente y más tarde de 200 micrones.

Los sacos de PE. fueron más requeridos que los sacos de papel existentes y ahora existe un mercado para cerca de 65,000 toneladas anuales (1,979) de PEBD para sacos.

Hubieron muchas dificultades encontradas durante-

su desarrollo de éste ahora muy conveniente mercado , pero fueron superados, siendo usados ahora también el PE. como empaque de alimentos balanceados, arroz, azúcar, carbón, gránulos de plástico, etc.; en otros países del mundo.

3.2 DESCUBRIMIENTO Y DESARROLLO

La polimerización del polietileno no se conoció - hasta 1,933, gracias a Faucett, Gibson y Perry de la ICI donde se obtuvo el primer polietileno sólido. En la serie de experimentos que realizaron, al examinar una mezcla de etileno y benzaldehído se encontró un polvo blanco en el reactor, en tanto el benzaldehído seguía sin reaccionar. Al ser analizado el polvo se determinó que era un polímero del etileno, al que se designó con el nombre genérico de polietileno.

Al principio no se apreció la potencialidad del producto, ya que no se contaba con equipos apropiados y la polimerización del etileno era una reacción sumamente difícil de controlar, pero en Diciembre de 1,935 se volvieron a repetir las experiencias anteriores y se fabricó una cantidad adecuada del polímero para poder estudiarlo detenidamente.

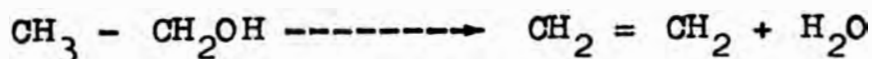
Se advirtió entonces que este nuevo material presentaba una excepcional y valiosa combinación de propiedades, por lo cual las investigaciones de ICI se volcaron hacia el desarrollo de métodos de producción, lográndose en 1,938 las primeras cantidades de polietile

no en una planta piloto. En Setiembre de 1,939 funcionó ya la primera planta en escala comercial en el Reino Unido, siguió durante la segunda guerra mundial la Americana en las Carbide and Carbon Chem. y Dupont Co. En el continente europeo se produce el polietileno por la Societe Montecatini y en Alemania por la Badishe Aniline.

3.3 FABRICACION

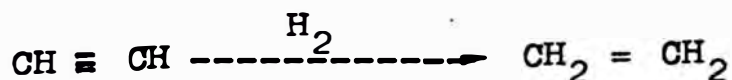
MATERIA PRIMA

El etileno $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ es un gas a temperatura y presión normal. La preparación del polietileno exige una materia prima de extraordinaria pureza; así como uno de los métodos de obtenerlo es haciendo pasar vapores de alcohol etílico puro sobre aluminio a 350°-400°C. El alcohol se escinde claramente en etileno y agua.



Industrialmente es más importante el procedimiento de piroescisión (Cracking) del petróleo, del que , merced a procesos de purificación, se llega a obtener etileno con 99.9%.

El etileno se puede obtener también por hidrogenación catalítica del acetileno.



POLIMERIZACION DEL ETILENO

El etileno no se polimeriza fácilmente con catalizadores iónicos a bajas temperaturas, como otras olefinas, por ejemplo el propileno y el isobutileno; sin embargo a 70 atm. de presión y a una temperatura de 250° - 300°C en presencia de cloruro de zinc o de aluminio, se obtienen polímeros bajos en forma de líquidos viscosos.

Por mucho tiempo todas las tentativas para obtener altos polímeros sólidos del etileno, usando catalizadores con temperaturas análogas empleadas para los otros monómeros vinílicos no tuvieron éxito. Sólo con el empleo de altísimas presiones y después de haber resuelto los problemas con el equipo apropiado, se logró producir polietileno sólido.

Según el proceso ICI se obtiene en la actualidad el polietileno por polimerización continua a presiones comprendidas entre 1,500 - 2,000 atm. y en presencia de pequeñísimas cantidades de O_2 que actúa como catalizador. Se emplea reactores tubulares, o también torres de alta presión donde la temperatura se controla cuidadosamente alrededor de los 200° - 300°C; formándose en el fondo del reactor el polietileno en hilos y el etileno que no se ha formado vuelve otra vez al ciclo.

Permaneciendo constantes las otras condiciones de la polimerización cuánto más alta sea la presión, mayor es el peso molecular del polietileno obtenido; obte--

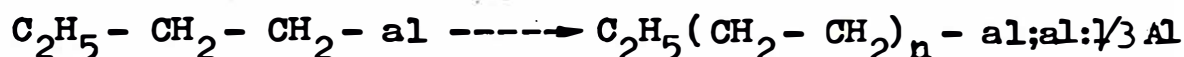
niéndose polímeros con un alto grado de ramificación y un rango de bajas densidades (0.91 - 0.935 gr/cc).

La necesidad de trabajar a presión muy alta se consideró como dogma por mucho tiempo, hasta que Karl Ziegler y colaboradores consiguieron polimerizar el etileno a presión normal y temperatura relativamente baja - (70°C) para llegar a producir polietileno con pesos moleculares hasta de 3×10^6 obteniéndose polietileno de alta densidad. La magnitud del peso molecular (PM), se puede regular fácilmente variando las condiciones de polimerización.

El proceso Ziegler ha encontrado rápida aplicación en la industria. Consiste en una cooperación catalítica de trialquilo de aluminio e indicios de determinados compuestos, derivados de los metales pesados, entrelos que son más importantes los derivados del titanio.

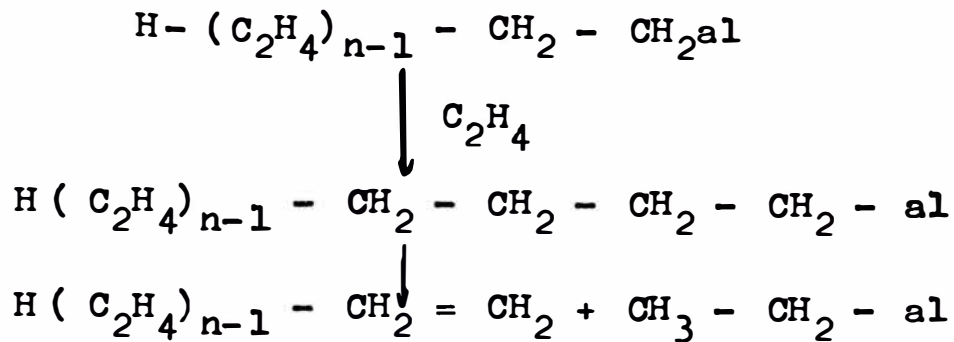
El procedimiento Ziegler se divide en 2 fases:

- a) Adición sucesivas de alquil-aluminio y etileno para formar derivados alquídicos superiores al aluminio.



Esta reacción se verifica a una temperatura de 70°C y sin presión.

- b) Proceso de crecimiento y separación del alquilato de aluminio.



Ziegler dando una explicación de su proceso dice: "con adecuadas variaciones del proceso de crecimiento y separación, catalizada ésta última con indicios de Niquel, existe la posibilidad de dirigir la polimerización del etileno. El crecimiento o separación pueden producirse al mismo tiempo o en procesos separados sucesivos.

Otras tecnologías más notables, como el proceso en fase gas de la Unión Carbide está ganando mayor importancia. Cuando el etileno puro es procesado a bajas presiones (menor que 1,500 psi), los productos contienen ~~may~~ pocas cadenas laterales. Las estructuras son por lo tanto lineales resultando su alta cristalinidad y alta densidad (cerca de 0.955 - 0.970 gr/cc). Pero usando pequeñas cantidades de comonómeros tales como 1Buteno, 1Hexeno, Propileno o incorporando sus cadenas laterales, el polietileno de alta densidad puede ser modificado y su densidad reducida tan baja como 0.940 gr/cc.

3.4 ESTRUCTURA

El polietileno está constituido principalmente de cadenas lineales sencillas, compuesta de unidades meti

lénicas.



Esta estructura lineal se ha demostrado con medidas de difracción de rayos X, en la que se ha visto que la distancia entre las moléculas de la cadena es de 2.53 Å. como en la cera parafina. La estructura lineal se demuestra también por la fuerte tendencia de la cadena ha adquirir una regular distribución ordenada - cristalina. Esta tendencia es obstaculizada en algunas zonas, en la que se ha comprobado que las cadenas- contienen ramificaciones. La presencia de estas cadenas laterales se demuestra en todos los polietilenos-- comerciales en la que la parte cristalina es de 60-75% con respecto de la parte amorfa. En las regiones cristalinas del polietileno, la unidad es ortorómbica. La cadena molecular se extiende totalmente en un mismo plano, en forma de zigzag con ángulos entre las ligaduras de 112 ° .

Las características del polietileno dependen principalmente de la longitud de la cadena que determina el peso molecular y del número y magnitud de las cadenas- laterales, sin embargo, se deben tener en cuenta otros factores, como la distribución de los pesos molculares, la manera como se agregan las zonas cristalinas y la presencia de zonas reticuladas. Las características del PE son:

- 1) Buenas propiedades ópticas.
- 2) Buena resistencia química a solventes, ácidos y álal

calis.

- 3) Tenacidad y flexibilidad aún a bajas temperaturas.
- 4) Buena propiedades de barrera.
- 5) Adaptabilidad a las técnicas de proceso.
- 6) Relativo costo bajo.
- 7) Razonable claridad de películas delgadas.

Estas y otras propiedades pueden ser ajustadas a través de la construcción de la estructura molecular y por incorporación de aditivos.

Las principales características de la estructura del polímero que influyen en las propiedades del polietileno son:

- a) Grado de ramificación en el polímero (cristalinidad y densidad).
- b) Peso molecular promedio (M_w).
- c) Distribución del peso molecular (M_w).

A) GRADO DE RAMIFICACION EN EL POLIMERO

El polietileno es parcialmente amorfo y parcialmente cristalino y el porcentaje de cristalinidad tiene un marcado efecto sobre las propiedades físicas. La ramificación de la cadena lateral es un factor clave que controla el grado de cristalinidad; así el polietileno de alta densidad tiene menos cadenas laterales que el de baja densidad, por lo tanto, una estructura más apretada y un mayor grado de cristalinidad - pueden ser obtenidos.

El polietileno de alta densidad es caracterizado

como un material altamente cristalino, tal vez 90% ó más, en tanto que el LDPE exhibirá cristalinidades tan bajas como 50%.

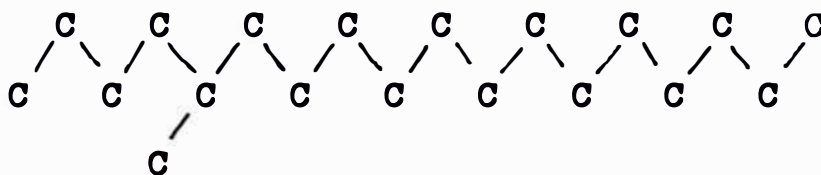
La cantidad de ramificación es controlada en los procesos de HDPE y LDPE en orden a ajustar cristalinidad y propiedades físicas.

Un esquema simplificada de la estructura de la cadena molecular del polietileno es mostrada en la fig 3.1.

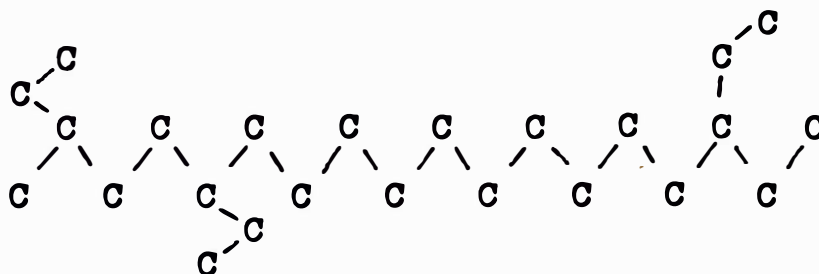
El término densidad media es usado aquí para describir los copolímeros modificados de alta densidad, aunque éste es usado algunas veces para describir polímeros de densidad 0.926 - 0.940 gr/cc.

La densidad del polietileno afecta significativamente muchas propiedades físicas. En general incrementando la densidad incrementa la rigidez, resistencia a la tensión, dureza, resistencia química y al calor, opacidad y propiedades de barrera, pero se reduce la resistencia al impacto y la resistencia a la fisuración por tensión.

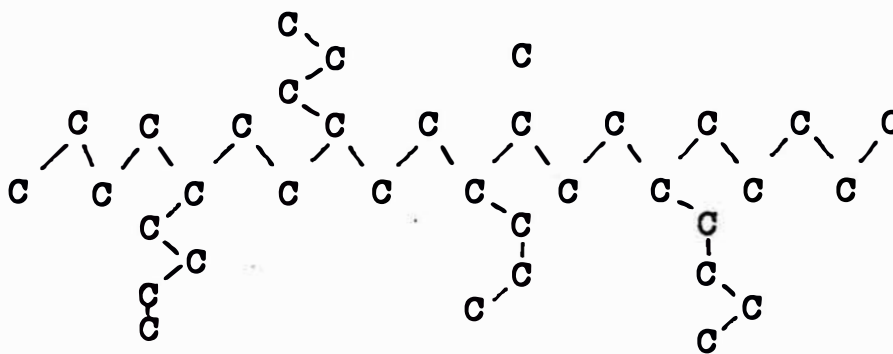
La cristalinidad y densidad del LDPE puede también ser ajustada por copolimerización del etileno con monómeros tales como el acetato de etilo (E_A) y acetato de vinilo (V_A). La copolimerización exhibe baja cristalinidad debido a la ramificación, aunque la densidad es incrementada por el peso de ese comonomero; pero la flexibilidad y resistencia al impacto son incrementadas



ALTA DENSIDAD 0.958 Y ENCIMA
 CADENAS LINEALES



DENSIDAD MEDIA 0.940 A 0.955
 CADENAS LATERALES CORTAS



BAJA DENSIDAD 0.910 A 0.935
 CADENAS RAMIFICADAS

FIG 3.1 ESTRUCTURA DE LA CADENA MOLECULAR
DEL POLIETILENO.

comparadas a los homopolímeros de LDPE producidos por un proceso de alta presión.

B) PESO MOLECULAR PROMEDIO (MW).

En la práctica el polietileno se clasifica teniendo en cuenta una propiedad que está relacionada con el peso molecular, viene a ser la viscosidad al estado de fusión (MI) ó índice de fluencia. Este ensayo nos permite distinguir entre los distintos tipos de polietileno y que tenga relación tanto con la procesabilidad del polímero como con sus propiedades físicas, en este ensayo se emplea un aparato que fue desarrollado inicialmente por ICI para los primeros polietilenos y que sirvió para medir el grado de resina. El método básico a sido aceptado como estándar en el mundo entero, pero la medida se refiere ahora como el "Índice de fluencia" (MI).

El aparato empleado para medir el grado de resinas, en esencia, un plástomero de extrusión con un pistón de 9.47 mm de diámetro que imparte una presión de 3.05 Kg/cm^2 , por un peso muerto sobre la masa fundida; el peso del polietileno en grs, extrudado a través de una matriz con un orificio de 2.096 mm. de diámetro y una longitud de 8.00 mm, durante 10min. a una temperatura de la masa fundida de 190°C define el índice de fluencia de la muestra, (ver fig. 3.2).

En la práctica este ensayo y el aparato son muy sencillos en su uso. Se carga el cilindro con el mate

rial y se espera hasta que llegue a la temperatura es
tándar, que debe ser controlada muy rigurosamente en el
rango de $190^{\circ} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. El pistón se introduce sobre el
material. La cantidad de la masa fundida que fluye del
aparato en el período conveniente se pesa para calcul
lar la cantidad en grs. que fluye en 10 min.

El Índice de Fluencia (MI) está relacionado invers
samente al peso molecular (MW). Los polietilenos con all
to peso molecular MW (bajo MI) generalmente tienen mem
jores propiedades físicas que las contrapartes de bajo
MW, más significativamente en impacto, resistencia quím
ica y resistencia a la fisuración por tensión.

Sin embargo los polietilenos de bajo MI son más
difíciles de procesar debido a su mayor viscosidad fund
ida. El balance entre la procesabilidad y los requer
imientos de las propiedades para su uso final determin
na el MI empleado para cada tipo de aplicación.

Hay tipos especiales de Índices de fusión bajo (men
os de 1), para aplicaciones rigurosas en la industria;
de Índice de fusión 2 y 7, para usos generales y de Ind
ice de fluencia alto 20 y 30, para aplicaciones en las
cuales se necesita un flujo bueno, como el moldeo por-
inyección. En general se puede decir que disminuyendo
el peso molecular se pasa siempre a resinas más blandas
hasta alcanzar las consistencias de cera, grasas y aceit
es; sin embargo, los tipos de elevado peso molecular-
son duros y difíciles de trabajar con las herramientas

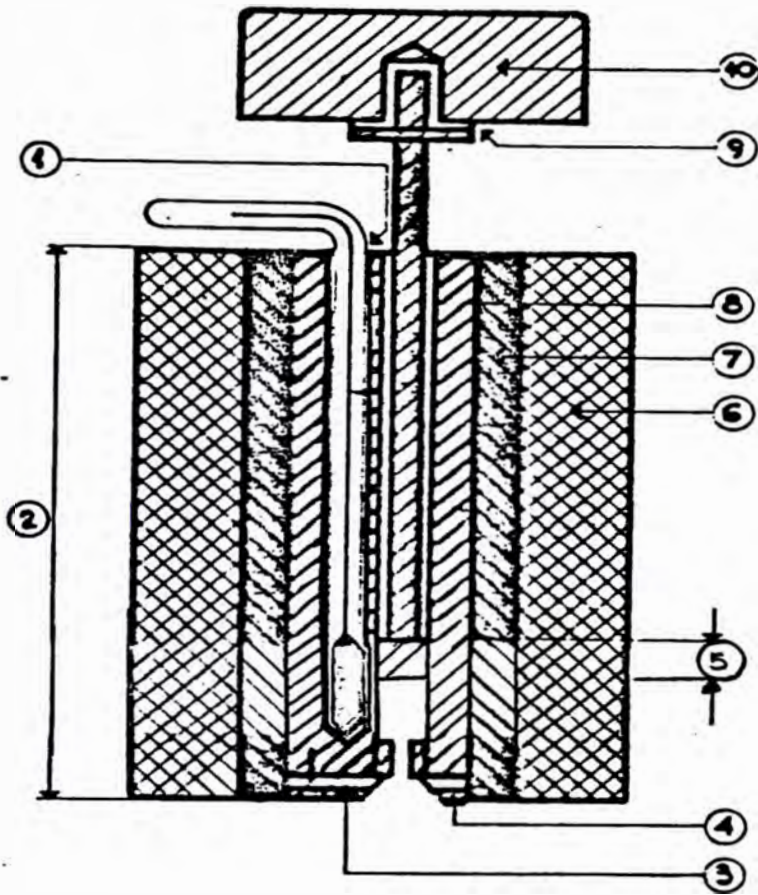


FIG. 3.2

- (1) CAVIDAD LLENA DE SILICONAS PARA SOPORTAR EL TERMOMETRO.
- (2) MINIMO 11.2 CM.
- (3) PLACA PARA RETENER LA MATRIZ.
- (4) PLACA AISLANTE.
- (5) 6.3 MM. \pm 0.125 MM.
- (6) AISLACION.
- (7) CALEFACTOR.
- (8) CILINDRO DE ACERO NITRURADO.
- (9) AISLACION.
- (10) CARGA (QUE COMBINADA CON LA DEL PISTON DEBE PESAR 2.160 GR.).

normales.

C) DISTRIBUCION DE PESO MOLECULAR (MWD).

Nos da la figura general del rango del tamaño molecular en el polietileno. Se define como la relación del peso molecular medio (MW), al número del peso molecular medio (MN). Se consideran rangos (MW/MN) de 3:1 para resinas de angosto MWD y 25:1 para resinas de ancho MWD.

La distribución del peso molecular tiene un significativo pero menor efecto que el peso molecular (MW) sobre las propiedades y comportamiento de procesamiento, y muchas de las tendencias no son tan claras como la densidad y el MI. En general, las resinas de angosto MWD exhiben mayor resistencia al impacto y menor tenacidad a la baja temperatura, a la vez que las resinas de ancho MWD tienen mejores propiedades de moldeo y extrusión, tales como la resistencia al flujo (menor viscosidad a la alta cizalladura y mejores velocidades de deslizamiento para películas). En la selección de componentes de LDPE y HDPE para muchas aplicaciones, un balance entre el grado de cristalinidad, MW y MWD debe ser alcanzado para obtener la combinación más deseable de propiedades físicas y aplicación.

3.5 CARACTERISTICAS

El polietileno es un material sólido, blanco, translúcido, incoloro e insípido; su densidad a 20°C es 0.92. Aumentando la temperatura hasta 60°C disminuye la fase cristalina, hasta desaparecer completamente si se alcanzan temperaturas de 110° - 115°C; a ésta temperatura -

funde la resina y su aspecto opaco se toma transparente.

La viscosidad del polietileno fundido varía profundamente con el grado, a 120° - 140°C el polietileno de grado 200 es un líquido con discreta movilidad, mientras que a la misma temperatura los tipos de grado bajo tienen una tenacidad similar a la del caucho.

Aunque el polietileno puede ser usado sin aditivos, sus propiedades son usualmente ajustadas por incorporación de uno o más aditivos, tales como antioxidantes, estabilizadores de rayos ultravioleta, negro de humo, agentes slip y antibloqueo, cargas, elastómeros, agentes espumantes, retardantes de flama, pigmentos, agentes de tensión y antiestáticos.

- Los antioxidantes son protectores del polietileno durante el procesamiento de fusión y subsecuente exposición al calor y oxígeno durante su uso.
- Los estabilizadores ultravioleta son esenciales al polietileno por exposición al aire libre, puesto que los componentes no protegidos degradarán significativamente.
- Negro de humo es efectivo para proteger al polietileno de la radiación solar y también es usado en tuberías, recubrimientos de alambre y componentes de chaqueta de cables telefónicos.
- Agente anti-slip y antibloqueo son requeridos para componentes de película de LDPE para asegurar propiedades.

dades características de manubilidad de la película. Para polímeros con densidades encima de 0.940 gr/cc, muestran buenas propiedades de deslizamiento y no requieren normalmente agentes slip.

- Un número de cargas diferentes son usadas en polietileno, tanto como extender para reducir costos, como modificadores de propiedades físicas; especialmente carbón negro son incorporados en polietileno para proveer propiedades eléctricas semiconductoras; fibras de vidrio y arcilla son usadas como cargas reforzantes, principalmente en HDPE para proveer rigidez y resistencia a la tensión.
- Varios elástomeros pueden ser incorporados para proveer resistencia a la fisuración por tensión del medio ambiente, elongación y tenacidad de la resina base.
- Colorantes de muchos tipos, incluyendo pigmentos, a menudo son usados y generalmente son adicionados durante la etapa final de procesamiento.
- Aditivos antiestáticos pueden ser usados para reducir la atracción de polvo de polietileno.

3.6 PROPIEDADES

Las propiedades del PE pueden clasificarse generalmente en tres grupos:

- I.- Propiedades que dependen principalmente del Peso Molecular (o del Índice de Fluencia).
- Resistencia a la Tracción.

- Elongación a la ruptura.
- Punto de fragilidad a baja temperatura.
- Resistencia al rasgado.
- Resistencia al cuarteo por agentes químicos.

II.- Propiedades que dependen principalmente del Grado de Cristalinidad(o Densidad)

- Densidad.
- Punto de Fusión.
- Punto de ablandamiento bajo carga.
- Módulo de elasticidad.
- Tensión y Elongación en el punto de ruptura.
- Dureza superficial.
- Permeabilidad.

III.- Propiedades virtualmente independientes del Peso Molecular y Grado de Cristalinidad.

- Resistencia química.
- Permitividad.
- Factor de Potencia.
- Rigidez Dieléctrica.
- Conductividad Térmica.
- Calor específico.

Algunas propiedades del polietileno, por ejemplo, las mecánicas, dependen del índice de fluencia y de la densidad; otras, tales como la dureza superficial y módulo de elasticidad dependen de la cristalinidad, o densidad; y, finalmente, las propiedades eléctricas, térmicas y ópticas dependen en grado menor de la con

figuración molecular y están más ligadas a la constitución química del polímero. Estas relaciones se anotan en la Tabla N°3.1 y las expondremos brevemente a continuación, y la Tabla N°3.2 da los valores de las propiedades invariables.

A) PROPIEDADES MECANICAS

Como se puede observar en la Tabla N°3.1, las propiedades mecánicas del PE varían con el peso molecular y la densidad.

Un aumento en el peso molecular promedio (es decir, disminución del índice de fluencia), pueden hacer a la resina más apropiada para usos en que se requiera mayor tenacidad. Un artículo fabricado con una resina de PE de mayor peso molecular promedio, tendrá mayor resistencia al cuarteo bajo tensión ambiental, o sea a cuartearse cuando es sometido a esfuerzos en presencia de líquidos tales como detergentes, aceites o solventes. Por ello es que las resinas de PE. de alto peso molecular se utilizan para fabricar damajuanas para contener ácidos y también para botellas de exprimir. Por otra parte las resinas de PE. de menor peso molecular se utilizan para aplicaciones tales como moldeo por inyección amenos temperatura y ciclos más cortos.

Las resinas de PE. que tienen una estrecha distribución de peso molecular son particularmente resistentes al cuarteo bajo tensión ambiental y a la fragilidad a bajas temperaturas.

TABLA N° 3.1

PROPIEDADES FÍSICAS \ PROPIEDADES MOLECULARES BÁSICAS	Si se aumenta la Dens.(Cristalinidad) entre 0,915 y 0,938	Si se aumenta el Peso Molecular Promedio	Si se hace estrecha la Distribución del Peso Molecular
Viscosidad de la masa fundida Punto de ablandamiento.(Vicat) Resistencia al estiramiento Resistencia a la tracción en el punto de rotura Elongación en el punto de rotura	más elevada mucho mayor mucho mayor ligeramente menor menor	más elevada ligeramente mayor ligeramente mayor más elevada más elevada	ligeramente mayor ligeramente mayor ---- ligeramente mayor ----
Resistencia al escurrimiento Rigidez a la flexión Flexibilidad Dureza Resistencia a la abrasión	más elevada mucho mayor menor mucho mayor más elevada	ligeramente mayor ligeramente mayor ---- ligeramente mayor ligeramente mayor	más elevada ---- ---- ---- ----
Contracción Deformación Resistencia al impacto(Tenacidad) Resistencia a la fragilidad Resistencia a la desgarradura	más elevada ligeramente mayor menor menor	más elevada más elevada más elevada ligeramente mayor	---- más elevada ---- ligeramente mayor
Resistencia a la fragilidad a bajas temperaturas Resistencia al cuarteo bajo tensión ambiental Impermeabilidad a gases y líquidos Resistencia a la absorción de grasas y aceite Transparencia	menor menor mucho mayor mucho mayor más elevada	más elevada más elevada ligeramente mayor ligeramente mayor menor	más elevada ligeramente mayor ---- ---- ----
Ausencia de opacidad Brillo Tiraje Resistencia al pegado entre si y al molde Propiedades eléctricas	más elevada más elevada ligeramente mayor más elevada ligeramente mayor	menor menor mucho menor ligeramente mayor no afecta	---- ---- menor ---- no afecta

Depende del proceso de fabricación de la película y dirección de la rotura.

Indice de refracción	1.51
Factor de potencia (tang.) para 1.6×10^7 c/seg,	0.00005 - 0.0002
Constante dieléctrica desde 50 hasta 10^{10} c/seg.	2.28
Resistividad de volumen	10^{19} ohm/cm.
Resistividad superficial a 75 % h.r.a.	4×10^{14} ohm.
Fuerza dieléctrica a 50 c/seg.	400 KV/cm.
Conductividad térmica	0.0034 Joule cm/cm ² sea °C
Calor específico	0.55 cal/gr.
Calor específico (120°C - 140°C)	0.70 cal/gr.
Coefficiente de dilatación lineal	2.2×10^4 cm/cm°C
Temperatura de descomposición al vacío	280 - 300°C

TABLA N°3.2 PROPIEDADES FUNDAMENTALMENTE INDEPENDIENTES DEL INDICE DE FLUENCIA Y DENSIDAD (MEDIDAS A 20 °C, SI NO SE ESPECIFICA EXPRESAMENTE LO CONTRARIO).

Con un incremento en la densidad se mejoran propiedades tan importantes como el punto de ablandamiento, impermeabilidad a gases y líquidos, claridad de la película (transparencia y ausencia de opacidad) y brillo, pero con perjuicio de la flexibilidad y tenacidad.

Como la Tabla N°3.1 demuestra, dos propiedades moleculares básicas pueden tener efectos contrarios sobre ciertas resinas y productos elaborados. En estos casos las aplicaciones determinan que propiedades son más importantes y que tipo de resina de PE. es la más adecuada para cada aplicación.

Visto todo lo anterior, es necesario hacer hincapié en lo siguiente:

Aun cuando las propiedades de un artículo terminado dependen de las propiedades del polímero usado, estas son también función del método de fabricación. El PE. se puede agrietar cuando, deformado por tensiones internas producidas durante el enfriamiento o por presiones externas aplicadas, se halla en contacto con ciertos materiales, aún cuando de por sí dichos materiales no son buenos solventes y sean sólo ligeramente absorbidos por el PE. Este fenómeno es conocido como agrietamiento por agentes químicos y puede ser causado por líquidos o vapores (especialmente, por vapores de productos volátiles polares). La Tabla N°3.3 contiene algunos de los materiales (activos) más importantes y también algunos materiales (no activos) que

no son causantes de agrietamientos.

La probabilidad de que el agrietamiento por agentes químicos ocurra disminuye con el índice de fluencia, tal como se puede observar en el Gráfico N°31, el que además muestra dicha probabilidad aumenta con la densidad. Debe ser recalcado, sin embargo, que muestras de PE de cualquier índice de fluencia que no presentan tensiones no son afectadas (no se agrietan) por hallarse en contacto con los agentes activos de la Tabla N°33.

B) PROPIEDADES ELECTRICAS

Las propiedades eléctricas del PE son sobresalientes: tiene baja pérdida dieléctrica, baja conductividad, baja permeabilidad y alta resistencia dieléctrica.

Las propiedades eléctricas no varían marcadamente con el índice de fluencia o densidad del polímero, aunque algunas propiedades, como el factor de potencia, son extremadamente sensibles a pequeñas cantidades de impurezas, las que pueden producirse durante la fabricación del polímeros cuando se usa el método de bajas presiones. El factor de potencia del PE. cambia poco con la temperatura, pero aumenta por cualquier proceso de oxidación del material, como puede ocurrir si el procesamiento es erróneo o si no se ha usado el antioxidante correcto. La permeabilidad decrece con el aumento de la temperatura, dependiendo de la densidad.

ACTIVOS	NO ACTIVOS
Alcoholes	Agua
Hidrocarburos líquidos	Polialcoholes
Esteres orgánicos	Azúcares
Jabones metálicos	Proteínas hidrolizadas
Alcoholes sulfatados	Colofonia
Alcoholes sulfonados	Asfaltos seleccionados
Esteres poliglicólicos	Saponinas seleccionados
Siliconas líquidas	Sales inorgánicas ácidas y neutras

TABLA N° 33 CLASIFICACION DE DIVERSOS MATERIALES
COMO AGENTES DE CUARTEO DEL POLIETILENO

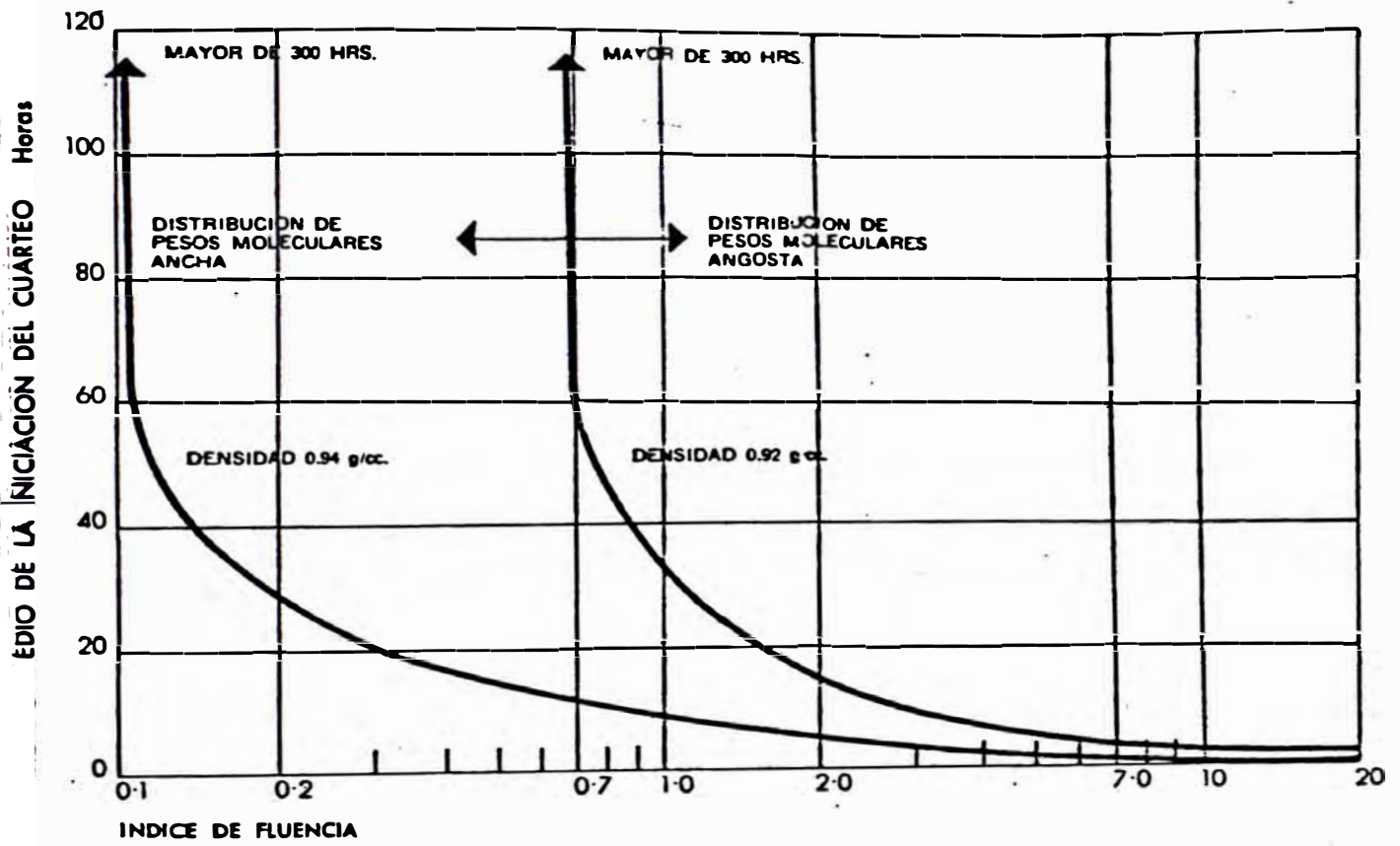


GRAFICO N°3.1 DEPENDENCIA DEL CUARTEO POR AGENTES QUIMICOS
CON EL INDICE DE FLUENCIA

C) PROPIEDADES TERMICAS

Las propiedades térmicas que se enumeran en la - Tabla N°34 son prácticamente las aplicables a todos - los polímeros de PE, independientemente del índice de fluencia y de la densidad.

TABLA N°34 PROPIEDADES TERMICAS DEL POLIETILENO

- Conductividad térmica.....	0.0034 joule $\text{cm}/\text{cm}^2 \text{seg.}^\circ\text{C}$
- Calor específico (líq.) 120-140°C	0.70 cal/g.
- Calor específico (sólido)	0.55 cal/g.
- Coefic. de dilat. térmica lineal	$2.2 \times 10^4 \text{ cm}/\text{cm}^\circ\text{C}$.
- Temp. de descomposición en el vacío	280 - 300 °C.

----- o -----

La más interesante de estas propiedades es el coeficiente de dilatación lineal. El Gráfico N°32 muestra la variación del volumen específico con la temperatura para polímeros de densidad 0.92 y 0.95 gr/cc; cualquier dato de dilatación que se necesite puede ser obtenido a partir de este Gráfico (tomando como una - primera aproximación para el material isotrópico a la dilatación lineal como un tercio de la dilatación cúbica).

La temperatura a la cual el PE. se ablanda a diferencia del punto de fluencia depende del peso molecular y la densidad. Existen varios ensayos empíricos - de temperatura de ablandamiento, siendo el más conveniente el ensayo de Vicat.

El PE. en una atmósfera inerte o en vacío, comienza a descomponerse lentamente a los 300°C. y más rápidamente a temperaturas más altas, dando como productos principales de descomposición, hidrocarburos de bajo peso molecular.

Cuando se lo calienta en presencia de aire, el PE se oxida a menor temperatura, como lo hacen todos los hidrocarburos.

A medida que la oxidación aumenta el factor de potencia, la viscosidad del PE. fundido y el punto de fragilidad, aumentan por el aumento de grupos polares, el aumento de ligaduras entrecruzadas y debido a que las cadenas hidrocarbonadas largas se escinden durante la oxidación, respectivamente. Finalmente, tiene lugar una coloración extensiva y descomposición química con evolución de productos químicos volátiles, aún cuando no tiene lugar una despolimerización a etileno. Generalmente el PE. se oxida muy lentamente al comienzo, pero después de un período de inducción la reacción es más rápida. Ninguna de las propiedades del PE. cambian durante el período de inducción, dando así una idea del período de vida útil del polímero. La duración del período de inducción es independiente del peso molecular, pero depende de la estructura molecular y la temperatura. A medida que la temperatura aumenta, la vida útil del PE. no estabilizado se acorta, pasando de años a la temperatura ambiente a -

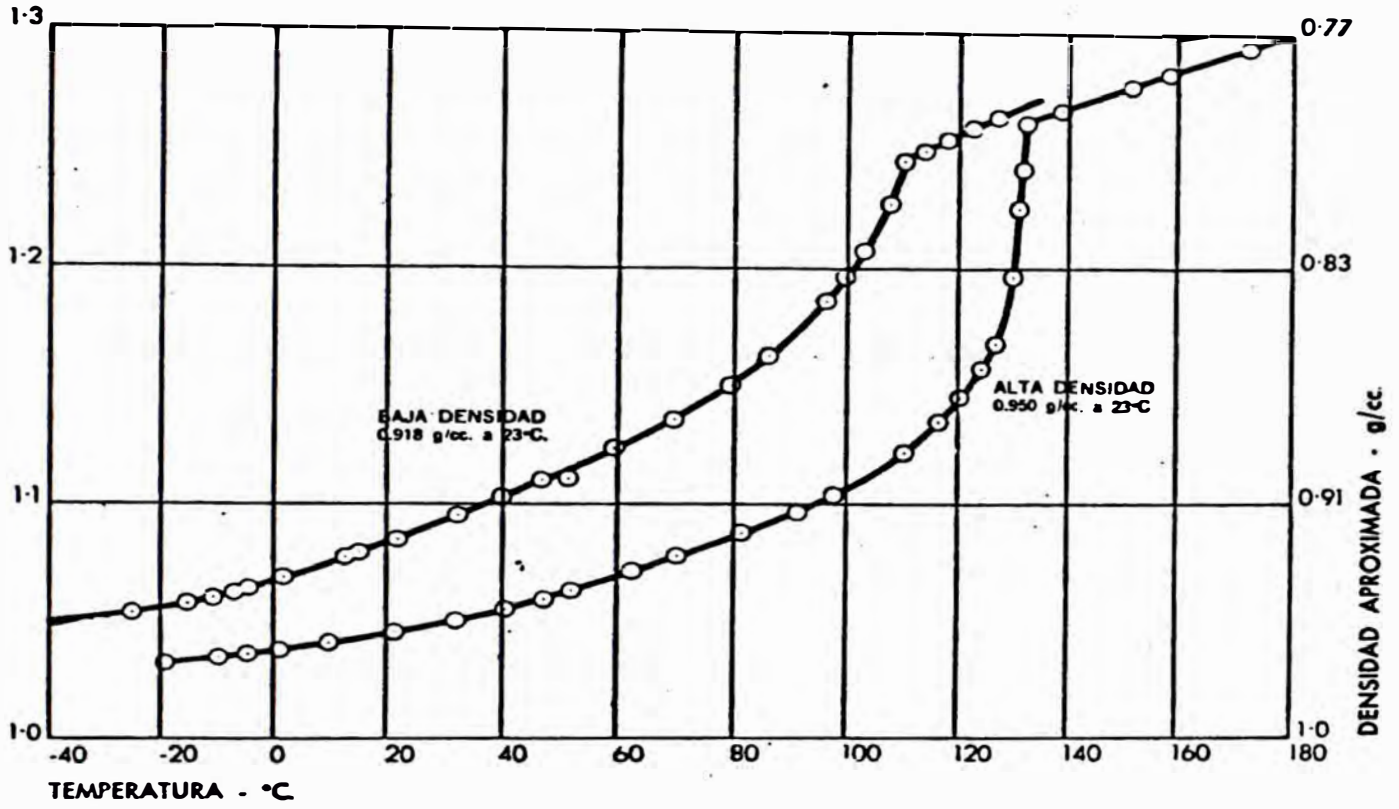


GRAFICO N°3.2 VARIACION DEL VOLUMEN ESPECIFICO DEL POLIETILENO DE BAJA Y ALTA DENSIDAD CON LA TEMPERATURA

minutos a la de procesado.

En la práctica se usan antioxidantes para inhibir las reacciones de oxidación. La mayoría de los polímeros contienen pequeñas cantidades de agentes antioxidantes no colorantes, los que son suficientes para prevenir su oxidación durante el procesado; el PE por si solo es suficientemente estable para todas las aplicaciones a temperatura ambiente.

Todos los métodos de procesado del PE. dependen de su manipulación en el estado fundido es, por lo tanto, de gran importancia. En la práctica su comportamiento en lo que respecta a flujo corresponde al de un fluido no-newtoniano y su viscosidad aparente depende del gradiente de velocidades al que se halle sometido (p. ej.: la velocidad de salida a través de una matriz). Este comportamiento no es extraordinario si se tiene en cuenta la elasticidad del PE. y la variación observadas con diferentes gradientes de velocidad complicada considerablemente el estudio de los procesos de fabricación que involucran un rango amplio de velocidades y temperaturas.

D) PROPIEDADES QUIMICAS

El PE. es, estructuralmente, un miembro de la familia de las poliolefinas parafínicas. Como es bien sabido, las parafinas saturadas son altamente resistentes al ataque químico por ácidos y álcalis, mientras que, en general, son susceptibles al ataque por solven

tes orgánicos. Además, también refiriéndonos a propiedades genéricas, son sustancias altamente hidrófobas. Por extensión estas propiedades deben ser válidas para los polímeros del polietileno.

En efecto, comparado con muchos otros plásticos, el PE. es altamente insoluble e inerte con relación a un espectro amplio de agentes químicos. Su resistencia química, se puede decir, es complementaria a la de los materiales metálicos. Es resistente con algunas pocas excepciones alcalinas y ácidas y otras que son causantes de corrosión metálica. Por otro lado, los solventes orgánicos, los que se puede esperar ataquen al PE, son usualmente, inactivos frente a los metales.

A temperatura ambiente, el PE. es prácticamente insoluble en la mayoría de los solventes orgánicos comunes, aún cuando estos pueden ser absorbidos trayendo aparejado ablandamiento o fragilidad. Cuando se trabaja por encima de los 70 °C, los polímeros, en general, son solubles en algunos solventes tales como el xileno, tolueno, acetato de amilo, tricloroetileno, parafina y aguarrás. Sin embargo, son insolubles en glicerina, éter, sulfuro de carbono, acetona o aceite de lino.

AGUA.

Como se puede inferir de la estructura parafínica del PE, éste es extremadamente resistente al agua, excepto a temperaturas elevadas, a las cuales existe

riesgo de oxidación.

La absorción de agua de una muestra de PE sumergida durante un año a temperatura ambiente es de solo 0.15 % en peso. La muestra era un disco de 5.3 cm, de diámetro y 1 mm. de espesor de PE. de índice de fusión 20 y densidad 0.916 gr/cc.

La permeabilidad del PE. al vapor de agua es también muy baja.

PRODUCTOS INORGANICOS

a) Soluciones acuosas

El PE. no es, en general, atacado por soluciones acuosas de sales inórganicas, aunque a altas temperaturas puede oxidarse muy lentamente. Las excepciones son aquellas soluciones de productos oxidantes, tales como el peróxido de hidrógeno (30%) y las soluciones de permanganato de potasio que pueden causar oxidación.

b) Acidos y Alcalis

El Apéndice N° 2 muestra la resistencia frente a algunos ácidos y álcalis comunes de un PE. de índice de fusión 2 y densidad 0.922 gr/cc, y los efectos del período de contacto, temperatura y concentración de las soluciones. El cambio en la densidad del polímero no tiene un efecto marcado, excepto a temperaturas altas donde los polímeros más densos pueden presentar ventajas substanciales.

c) Halógenos

Los halógenos líquidos y gaseosos atacan al PE.

muy lentamente en frío y más rápidamente a temperaturas elevadas, causando coloración y cambio de las propiedades. Sin embargo algunos PE. específicos han sido usado exitosamente en equipos para el manejo de flúor y cloro a temperaturas normales.

PRODUCTOS ORGANICOS

a) Solventes

A temperaturas por debajo de los 40°C, el PE, no es soluble apreciablemente en ningún solvente; por encima de esa temperatura su solubilidad en hidrocarburos e hidrocarburos halogenados aumenta marcadamente.

A una temperatura por debajo de los 40°C, los solventes del PE son absorbidos lentamente y éste se hincha sin disolverse, siendo el hinchamiento más notable en aquellos polímeros de índice de fusión alto. El hinchamiento es acompañado por pérdida de resistencia; si un artículo de PE. se halla bajo tensiones puede fallar debido a la relajación que acompaña al proceso de hinchamiento.

Líquidos polares, tales como alcoholes, ácidos orgánicos, ésteres, aminas, fenoles y nitrocompuestos, son solventes pobres del PE. aún a temperaturas elevadas y no producen hinchamiento a temperaturas bajas. Sin embargo, estos líquidos pueden ser causantes de fallas por resquebrajamiento por tensiones altas.

b) Aceites

Los aceites animales, vegetales y minerales, los

que pueden ser considerados como solventes, son absor**u**idos por el PE, tal como se observa en el Gráfico N° 3.3. Se observa que el aceite mineral es el que más se absorbe y que dicha absorción aumenta marcadamente con la temperatura. Esta absorción es acompañada por hin**u**chamiento y coloración, en el caso extremo, la muestra se puede desintegrar. Cualquiera sea el aceite consi**u**derado, los polímeros de alto peso molecular (bajo ín**u**dice de fusión) y alta densidad se deterioran marcada**u**mente menos por absorción.

c) Compuestos Sulfurados

Ciertos compuestos orgánicos que contienen azufre y el azufre mismo, son lentamente absorbidos por el PE pueden afectar adversamente las propiedades eléctricas del polímero. Además, la difusión de tales compues**u**a través del PE. puede producir el manchado de conduc**u**tores de cobre. Debido a esto no debe usarse goma vul**u**canizada para recubrir cables de alta frecuencia ais**u**lados con PE., a menos que se provea una barrera que impida dicha migración.

d) Permeabilidad a los gases y aceites

La difusión de gases a través de películas delga**u**das de PE. ha sido extensivamente estudiada, pero da**u**tos para secciones más gruesas tienen que ser obteni**u**dos por extrapolación más que por medidas directas.

El PE. es barrera excelente para la mayoría de**u**líquidos, aunque algunos, tales como éteres, hidro**u**

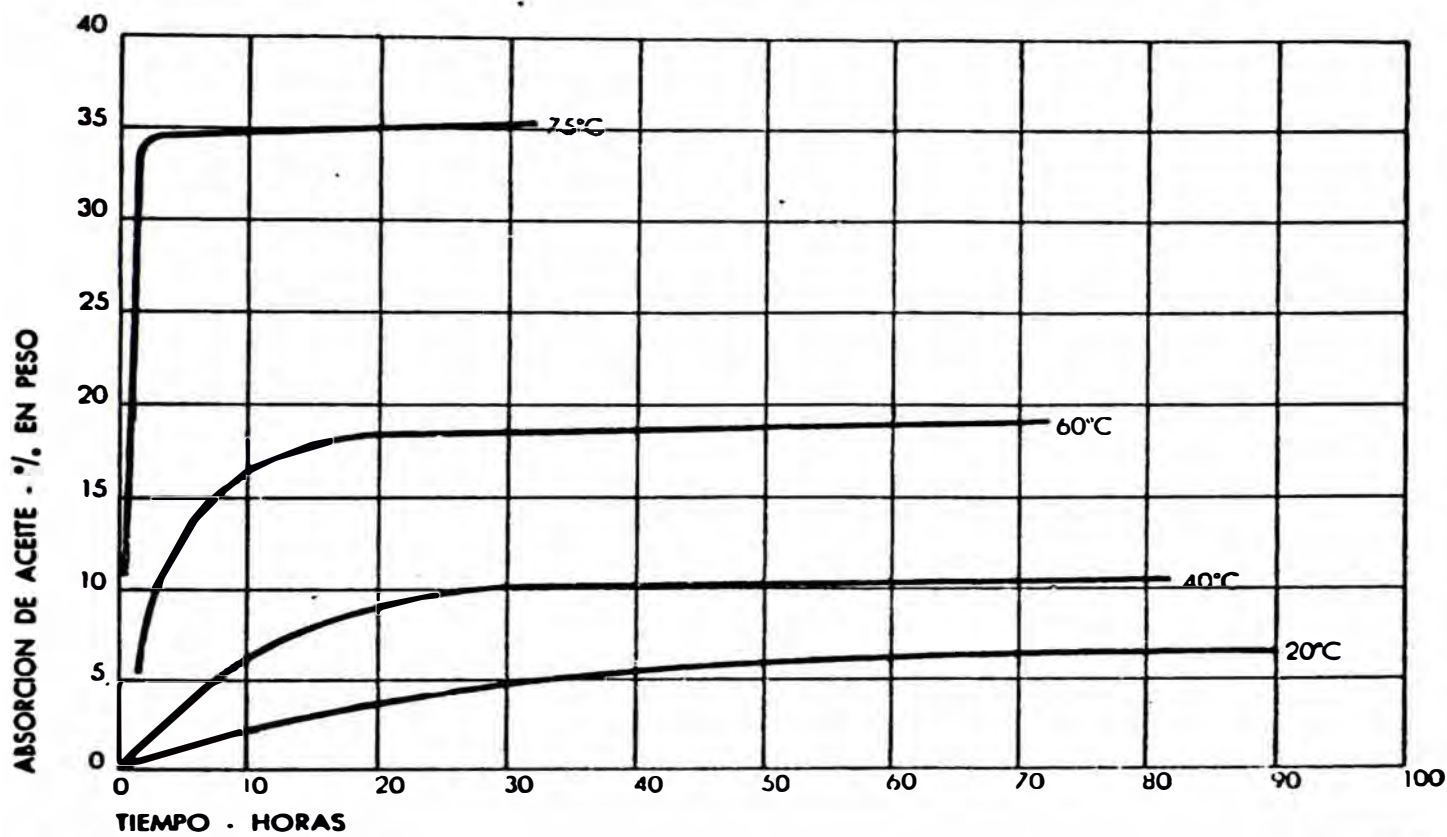


GRAFICO N°3.3 ABSORCION DEL ACEITE POR "ALKATENE" MR/20/19
 (INDICE DE FUSION 20, DENSIDAD 0.92 gr/cc)

carburos e hidrocarburos clorados, pueden difundir a través de él muy rápidamente. Algunos aceites esenciales pueden, también, difundir a través de la película y finalmente evaporarse en la superficie externa.

La Tabla N° 5 da las permeabilidades a los gases más comunes a través del PE. de densidad 0.92 gr/cc - (la permeabilidad es prácticamente independiente del índice de fusión).

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

La radiación ultravioleta (tal como la de la luz solar) provoca la foto-oxidación del polímero en contacto con el aire a temperatura ambiente. La oxidación es al comienzo sólo superficial y provoca un evidente deterioro de las propiedades mecánicas de la superficie del polietileno. Si se prolonga la exposición se degrada la totalidad del material, lo cual trae aparejado un aumento de la fragilidad de la muestra. La degradación inicial se manifiesta como un cuarteo superficial, pero aparte de esto la degradación puede seguirse determinando el aumento del factor de potencia o la reducción de la elongación a la ruptura que tiene lugar, aunque la interpretación de este último tipo de medidas es dificultosa.

Los antioxidantes incorporados normalmente como protección contra la oxidación térmica no son efectivos contra la foto-oxidación, aún cuando algunos pigmentos y compuestos capaces de absorber la radiación

U.V. pueden prologar de 2 a 4 veces la vida de las mu
estras. Una protección efectiva puede ser obtenida,
sin embargo, por incorporación de un 2 al 3 % de negro
de humo. El efecto del negro de humo es de absorber-
las radiaciones ultravioletas nocivas, restringiendo
su actividad a la capa superficial externa. Los ne-
gros de humo con partículas de 10 a 25 milimicrones -
son aparentemente más efectivos, pero deberán encon--
trarse perfecta y uniformemente dispersados, de mane-
ra de no formar aglomerados. Aún cuando los negros -
de humos son antioxidantes de eficacia mediana, el a-
gregado de 0.1 - 0.2 % de un antioxidante normal pro-
vee mayor protección, particularmente cuando se expo-
ne la muestra a altas temperaturas.

La evidencia acumulada hasta el presente sugiere
que el PE. convenientemente protegido con negro de hu
mo y antioxidante debe permanecer útil, bajo condicio
nes de intemperie, por períodos de 6 a 10 años en el
trópico y de más de 20 años en climas templados.

TABLA N°35: PERMEABILIDAD DEL POLIETILENO A ALGUNOS GASES A 20°C (DENSIDAD 0.92 gr/cc).

<u>Gas</u>	<u>Permeabilidad cc/m³</u> <u>24 hrs. por cm. Hg</u>
Nitrógeno	0.95
Oxígeno	2.75
Hidrógeno	6.20
Dióxido de Carbono ...	8.64

Espesor 0.025 mm. Espesor 1 mm.

Fuente: Boletín Técnico N° 6 DUPERIAL, PE Alkathene.

3.7 APLICACIONES

Las aplicaciones del PE alcanzan los siguientes sectores:

ELECTRICO.

Las excepcionales propiedades dieléctricas, unidas a las características físicas, hacen al PE. un insuperable aislante para cables eléctricos, específicamente en los cables coaxiales para aparatos radar o para grandes comunicaciones, cables para corriente de alta frecuencia, cables submarinos, cables especiales para uso militar.

También en este sentido tienen una importante aplicación como vaina de los cables telefónicos en sus titución del plomo.

EMBALAJE

La resistencia al vapor acuoso y a las bajas temperaturas, la facilidad a la que se pueden soldar en caliente para obtener cierres herméticos, han hecho del PE. uno de los mejores materiales plásticos para el embalaje de un enorme número de productos. se emplea en gran parte bajo forma de film de espesores finísimos, se usa también unido al papel o a otros materiales como celofán y aluminio.

Es muy importante su empleo como recipientes para transporte de productos químicos de diferente forma y tamaño.

El PE. en particular cuenta con alrededor del -- 75% de uso del total de las películas termoplásticas y por encima del 56% del total de las películas termoplásticas incluyendo la celulosa regenerada. El uso que se le ha dado actualmente en otros países es en la fabricación de sacos de uso pesado como sustituto del saco multicapas de papel, para envasar 50 kgs. de un determinado producto.

Las ventajas principales del uso del saco de plástico aparte de su almacenaje al aire libre y a su bajo costo, incluye su alta resistencia al impacto, rasgado y la visibilidad del contenido (cuando es necesario).

CONDUCCIONES

En América y en Inglaterra, principalmente en la

primera, el PE es el producto más importante entre las conducciones de materiales plásticos. Las tuberías de PE. se usan en los sistemas de circulación de agua, en los establecimiento de producción de bebidas y de sustancias alimenticias y tuberías de minería.

ARTICULOS PARA USO DOMESTICO

La mayor disponibilidad de resina en estos últimos tiempos ha dado por resultado una reducción del precio, lo que ha unido a la gran facilidad con que el PE. se puede moldear en inyección, a dado lugar a la creación de diferentes artículos de uso doméstico (cubas, garrafas, etc).

INDUSTRIA QUIMICA

Por su resistencia a la mayor parte de los reactivos químicos, el PE. empleado al duco sirve para revestimientos protectores de gran número de materiales para la industria química, como depósitos, bombas centrífugas, vasos de decapado, agitadores, etc.

EDIFICACION

Por su resistencia a los agentes químicos y a la acción del vapor acuoso, se usa el PE. en la impermeabilización de terrazas y como estrato intermedio en la construcción de pavimentos en la industria, en sustitución del asfalto y de la goma.

3.8 EVALUACION DE PROPIEDADES RELEVANTES PARA EL EM- PLEO DE PE. EN LA FABRICACION DE BOLSAS.

Un examen de la Tabla N°3.6 permite ver que para

todos los procedimientos de elaboración usuales pueden utilizarse como mínimo 2 tipos de plástico.

Al planificar el empleo de un plástico para embalaje, hay que determinar, pues, previamente su posibilidad técnica de aplicación según el proceso previsto. Tales investigaciones no pueden emprenderse general--mente más que por medio de artículos comparablemente semejantes, ya que de otro modo el trabajo resultaría excesivo. Es preciso por lo tanto, efectuar la elección según la importancia de las exigencias. Las exigencias impuestas han de hacer posible su cumplimiento dentro de unas condiciones todavía rentable.

Desde éste punto punto de vista decidimos la elección del PE. en la fabricación de bolsas de uso pesado, atendiendo la evaluación de ciertas propiedades -relevantes para el empleo de éstas tal como se indica en la Tabla N° 7.

Se concluye así que el PE. es un buen material a utilizar para la fabricación de sacos de uso pesado.

Designación del plástico	Inyección	Moldeo por transferencia	Soplado	Moldeo por Rotación	Moldeo en caliente	Elaboración de películas	Fabricación de Espumas
LD-PE	++	-	++	+	-	++	+
HD-PE	++	-	++	+	(+)	+	-
PP	++	-	+	(+)	(+)	++	-
PB	-	-	(+)	-	-	(+)	-
PVC flexible	(+)	-	-	-	-	-	-
PVC rígido	+	-	++	-	++	++	-
PS y SAN	++	-	+	-	+	-	++
PS antichoque, ABS	++	-	+	-	++	-	-
PA	-	-	(+)	+	(+)	+	-
PC	(+)	-	-	-	-	-	-
POM	(+)	-	(+)	-	-	-	-
PETP	-	-	-	-	-	++	-
PMMA	+	-	-	-	-	-	-
CA y CAB	+	-	+	-	+	(+)	-
Celofán	-	-	-	-	-	++	-
PUR	-	-	-	-	-	(+)	++
PF	-	+	-	-	-	-	(+)
UF y MF	-	+	-	-	-	-	-

++ muy importante; + importante; (+) ocasional; - sin importancia o imposible

TABLA N°3.6 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE PLÁSTICOS
PARA OBTENCIÓN DE EMBALAJES

PROPIEDAD ↓	DENSIDAD →	0.915 - 0.918	0.924	0.929 - 0.938
Punto de ablandamiento			más elevada	máxima
Resistencia al estiramiento ...			más elevada	máxima
Resistencia a la tracción en el punto de rotura	máxima		más elevada	
Elongación en el punto de rotura	máxima		más elevada	
Rigidez			más elevada	máxima
Resistencia a la contracción ..	máxima		más elevada	
Resistencia a la deformación ..	máxima		más elevada	
Resistencia al impacto (Tenacidad)	máxima		más elevada	
Resistencia a la desgarradura (Elmendorf)				
Sentido de la máquina			máxima	más baja
Sentido transversal				máxima
Resistencia a la fragilidad a bajas temperaturas	máxima		más elevada	
Resistencia al cuarteo bajo tensiones ambientales	máxima		más elevada	

PROPIEDAD ↓ DENSIDAD →	0.915 - 0.918	0.924	0.929 - 0.938
Impermeabilidad a gases y líquidos		más elevada	máxima
Resistencia a la absorción de grasas y aceites		más elevada	máxima
Transparencia		más elevada	máxima
Ausencia de opacidad		más elevada	máxima
Brillo		más elevada	máxima
Tiraje		más elevada	máxima
Resistencia al desgarramiento en caliente		más elevada	máxima
Resistencia al pegado entre si y al molde		más elevada	máxima
Ciclo de inyección		menor	más corto

TABLA N°3.7 VARIACION EN LAS PROPIEDADES DE TRES CLASES DE RESINA DE ACUERDO A SUS RESPECTIVAS DENSIDADES

En ésta Tabla se puede ver que hay muchas aplicaciones para los cuales se utilizan resinas de alta densidad pero muchas otras son más conveniente las de baja densidad.

CAPITULO IV

SELECCION DE LA RESINA

4.1 GENERALIDADES

La selección de la resina se hará teniendo en -- cuenta la oferta de plásticos en el mercado, la cual es muy abundante y diversa según la finalidad de la a plicación.

Para la selección de un material hay que limitar se a buscar uno que cumpla las exigencias impuestas por la mercadería en cuanto a su comportamiento mecánico, físico, químico, etc. Todos estos datos de resina -- son proveídos por los fabricantes de materia prima y de acuerdo a estos se determina cual usar.

Actualmente es aceptada en la industria una clasificación general de los polietilenos basada en 3 cla ses distintas de densidad:

Baja densidad	0.910 á 0.925 g/cc
Mediana densidad	0.926 á 0.940 g/cc
Alta densidad	0.941 á 0.965 g/cc

En la Tabla N° 4.1 ofrecemos una comparación entre algunas de las propiedades más importantes de las resinas de PE. con estos 3 tipos diferentes de densidad.

Esta clasificación de los polietilenos se ha extendido abarcando dentro de los de baja densidad el de uso general y uso pesado y el PE. de baja densidad lineal.

4.2 CLASIFICACION DE LAS RESINAS

4.2.1 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Descripción

El PE. de alta densidad es obtenido por un proceso de polimerización en fase gaseosa, adecuado para la extrusión de película tubular. Tienen alto peso molecular, distribución de peso molecular ancha y una alta densidad, con la que se obtiene una alta extrudabilidad y una película resistente con elevada rigidez.

Aplicaciones

El PE. de alta densidad puede ser usado para la producción de película tubular y se recomienda para producir bolsas para supermercado y el comercio.

Uso alimenticio

Existen algunos tipos de PE. de alta densidad que no contienen aditivos tóxicos, por lo tanto pueden ser usados en la elaboración de artículos que

van a estar en contacto con alimentos.

Resinas que se presentan en el mercado

9255 Hoeschst

9634 Gulf

001 Mobil Chemical

4.2.2 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (USO GENERAL)

Descripción

El PE. de baja densidad, uso general, es -
obtenido por el proceso de polimerización a alta pre-
sión en un reactor tubular; se puede presentar en for-
ma de pellets y conteniendo aditivo deslizante.

Aplicaciones

La buena transparencia del film obtenido
lo hace apto para aplicaciones tales como envases pa-
ra prendas de vestir y alimentos, bolsas para bouti-
que, láminas para plastificado de papel y cartulinas
decorativas, etc.

Uso alimenticio

Algunas de estas resinas no contienen adi-
tivo tóxico por lo que pueden ser usados en la elabo-
ración de artículos que van a estar en contacto con -
alimentos.

Resinas que se presentan en el mercado

641 Down Chemical ; 2424 Daplen

2120 Polisor ; 414 Brazil

5455 Gulf ; 533 Mobil Chemical

133 Mobil Chemical

4.2.3 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (USO PESADO)

Descripción

El PE. de baja densidad, uso pesado, es principalmente empleado en la extrusión de películas fuertes, puede o no tener aditivo deslizando, no conteniendo éste la carga permanecerá estable en almacenamiento o tránsito.

Aplicaciones

El PE. de baja densidad, uso pesado, es particularmente conveniente para la manufactura de sacos pesados requiriendo manufactura y llenado a altas velocidades. La calidad intrínseca de este tipo de PE. da a los sacos una alta resistencia a la quebradura y pinchadura.

Uso alimenticio

Este tipo de PE. puede ser usado para el empaque de productos pesados, tanto de productos alimenticios como farmacéuticos.

Resinas que se presentan en el mercado

145 Down Chemical

051 Mobil Chemical

1002 Ato Chemie

4.2.4 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD LINEAL

Descripción

Las resinas de PE. de baja densidad, baja presión, se caracterizan por tener en sus cadenas moleculares, ramificaciones muy cortas y en cantidad -

prácticamente despreciable.

La ausencia de un grado de ramificación significativo (motivo por el cual se le denomina "lineal") es lo que distingue al PE de baja densidad, baja presión, del alta presión que es el PE. de baja densidad convencional.

Aplicaciones

Las excelentes propiedades físicas de este tipo de PE, las hace aptas para un amplio campo de aplicaciones. Ellos están siendo usados en muchos -- mercados en los que, anteriormente, se empleaban películas fabricadas con PE. de baja densidad convencional.

En el sector de uso de envasamiento de alimentos, las películas de PE. lineal son usadas en aplicaciones tales como bolsas exhibidoras, bolsas para mercaderías al por menor, bolsas para hielo y bolsas para autoservicio. En aplicaciones no alimenticias tenemos, por ejemplo, las de bolsas para residuos, bolsas industriales, bolsas para prendas de vestir y láminas industriales.

Uso alimenticio

Algunas de estas resinas no contienen aditivo tóxico por lo tanto pueden ser usadas en la elaboración de artículos que van a estar en contacto con alimentos.

Resinas que se presentan en el mercado

Down Chemical

7068 Union Carbide

3100 Aecithene

4.3 PUNTOS DE VISTA PARA LA ELECCION DEL MATERIAL

La oferta de plásticos en el mercado es muy abundante, y para las diversas finalidades de aplicación se dispone de una suficiente selección de materiales.

Las películas representan el porcentaje más importante de los materiales para embalaje. Además de las películas simples o compuestas, se elaboran también - plásticos a partir de la materia prima, es decir, en forma de polvo o granulado, para la fabricación de embalajes. Este es el caso tanto de los artículos inyectados y soplados como de los embalajes fabricados por prensado. Con estos métodos de elaboración no puede realizarse una combinación de varios materiales, como ocurre en el caso de películas compuestas. Aquí hay que limitarse a buscar un material que cumpla las exigencias impuestas por la mercancía en cuanto a su comportamiento mecánico, térmico, químico, eléctrico y físico.

Entre las propiedades mecánicas citaremos:

- Resistencia a la tracción
- Resistencia al choque
- Resistencia a la encalladura
- Resistencia a la compresión
- Alargamiento o rotura
- Dureza.

Las propiedades térmicas abarcan:

- Estabilidad térmica
- Conductividad térmica
- Dilatación térmica
- Temperatura o intervalo de fusión
- Carga térmica permanente admisible
- Resistencia al frío.

Los plásticos se juzgan químicamente según su estabilidad frente a alcoholes, compuestos aromáticos, gasolinas, grasas y aceites, álcalis, ácidos, aceites etéricos y muchas otras sustancias.

De las propiedades eléctricas de los plásticos - en general solo interesa para el embalaje el factor - de pérdida dieléctrico $\text{tg } \delta \times \xi$, que determina el -- trabajo de soldadura del material en el procedimiento de alta frecuencia.

Al técnico en embalajes le interesan además las propiedades físicas:

- Transparencia
- Opacidad
- Permeabilidad al gas y vapor de agua
- Absorción de agua
- Permeabilidad a los aromas
- Neutralidad de olor y sabor
- Capacidad de sellado
- Capacidad de soldadura

Al planificar el empleo de un plástico para emba

laje, hay que determinar, pues, previamente su posibilidad técnica de aplicación según el proceso previsto. Tales investigaciones no pueden emprenderse generalmente más que por medio de artículos comparablemente semejantes, ya que de otro modo el trabajo resultaría excesivo. No obstante, estas comparaciones dan una indicación suficientemente segura sobre la posibilidad de empleo y muchas veces pueden conducir también a correcciones importantes para la confección de los moldes definitivos. No existen materiales que posean todas las propiedades en sentido positivo; es preciso, por tanto efectuar la elección según la importancia de las exigencias. Las exigencias impuestas han de hacer posible su cumplimiento dentro de unas condiciones todavía rentables.

4.4 FORMULACION COMPUESTA

Según Tablas de especificaciones (Anexo N° 1) de los proveedores de materia prima vemos que podemos usar para el envasado de nuestro producto, tanto el PE. de baja densidad convencional (uso pesado), así como el PE. de baja densidad lineal.

De acuerdo a experiencias industriales se planteó usar una mezcla de PE. convencional (uso pesado) con PE. lineal; este último como especie de aditivo a fin de reforzar ciertas propiedades del convencional, ya que el lineal solo no se puede usar por ser difícil de procesar. Así la formulación propuesta será:

CAPA INTERIOR:	Resina baja densidad (U.P)	50%
	Resina baja densidad lineal	50%
CAPA EXTERIOR:	Resina baja densidad (U.P)	75%
	Resina baja densidad lineal	25%
	Aditivo	0.2 %

Esta formulación se ha hecho en base a resinas - para uso alimenticio ya que la utilización de plásticos para el embalaje de productos alimenticios está - sometida a las disposiciones de la Ley de productos a limenticios.

Sin embargo, no puede esperarse de ningún mate-- rial de embalaje un comportamiento aparentemente inerte frente a todos los productos alimenticios, por lo que la Ley intenta limitar los posibles pasos de materia de modo que no sean de temer riesgos para la sa- lud.

Propiedades	Poliétileno		
	De baja densidad. 0.910-0.925	De densidad media.0.926-0.940	De alta densidad. 0.941-0.965
GENERALES			
Tipo de material	Resina de polietileno	Resina de polietileno	Resina de polietileno
Claridad	De transparente a translúcido o coloreado	De transparente a translúcido	De transparente a translúcido
Rendimiento	30,000	29,500	29,000
Peso específico aproximado	0.910 - 0.925	0.926 - 0.940	0.941 - 0.965
MECANICAS			
Resistencia a tensión lb/pulg ² (ASTM D882)	1,200 - 2,500	2,000 - 3,500	3,000 - 10,000
Dilatación (%) (ASTM D882)	225 - 600	225 - 500	5 - 400
Resistencia al desgarramiento (Elmendorf) gr/mil (ASTM D 1922)	100 - 400	50 - 300	15 - 300
Alcance del calor de sellado	120 - 175	125 - 155	135 - 155
QUIMICAS			
Difusión de vapor de agua, gm/24h/1 m ² a 100 °F, 90 %. Dureza Rockwell (ASTM E 96, Método E)	18	8 - 15	5 - 10

Propiedades	Polietileno		
	De baja densidad. 0.910-0.925	De densidad media.0.926-0.940	De alta densidad. 0.941-0.965
Difusión de gases, cc mil l m ² /24 hr/ 1 atmósfera, 73 °F, 0 % Dureza Rockwell (ASTM D 1434)	3,900 - 13,000 7,700 - 77,000	2,600 - 5,200 7,700 -13,000	520 - 3,900 3,900 -10,000
Resistencia a grasas y aceites	Puede hincharse ligeramente en inmersiones largas	Buena	Excelente
PERMANENCIA			
Temperatura máxima utilizada, °F.	150 (Se ablanda a 230)	180 - 220	230
Temperatura mínima utilizada, °F.	- 60	- 60	- 60
Cambios de tamaño a un alto Dureza Rockwell	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Inflamabilidad	Arde lentamente	Arde lentamente	Arde lentamente

TABLA N° 4.1

CAPITULO V

PRODUCCION DE BOLSAS DE POLIETILENO

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La producción de bolsas de PE. cuenta con la instalación de tres secciones principales a considerar , ellas, las sección de extrusión donde se procesa el material polimérico para transformarlo a láminas; la sección de impresión, donde se le pone la impresión a decuada de acuerdo a especificaciones dadas por el cliente y finalmente la sección de sellado, que es el último proceso donde se sellan los fondos, se cortan y luego se le pone el refuerzo en la parte superior de la bolsa.

A continuación presentamos un diagrama de operaciones donde se muestra el procedimiento correlativo a seguir en la fabricación de una bolsa de uso pesado.

5.2 PROCEDIMIENTO DE EXTRUSION

El objetivo de este Acápite es ayudar a interpretar la máquina extrusora y la función de cada una de

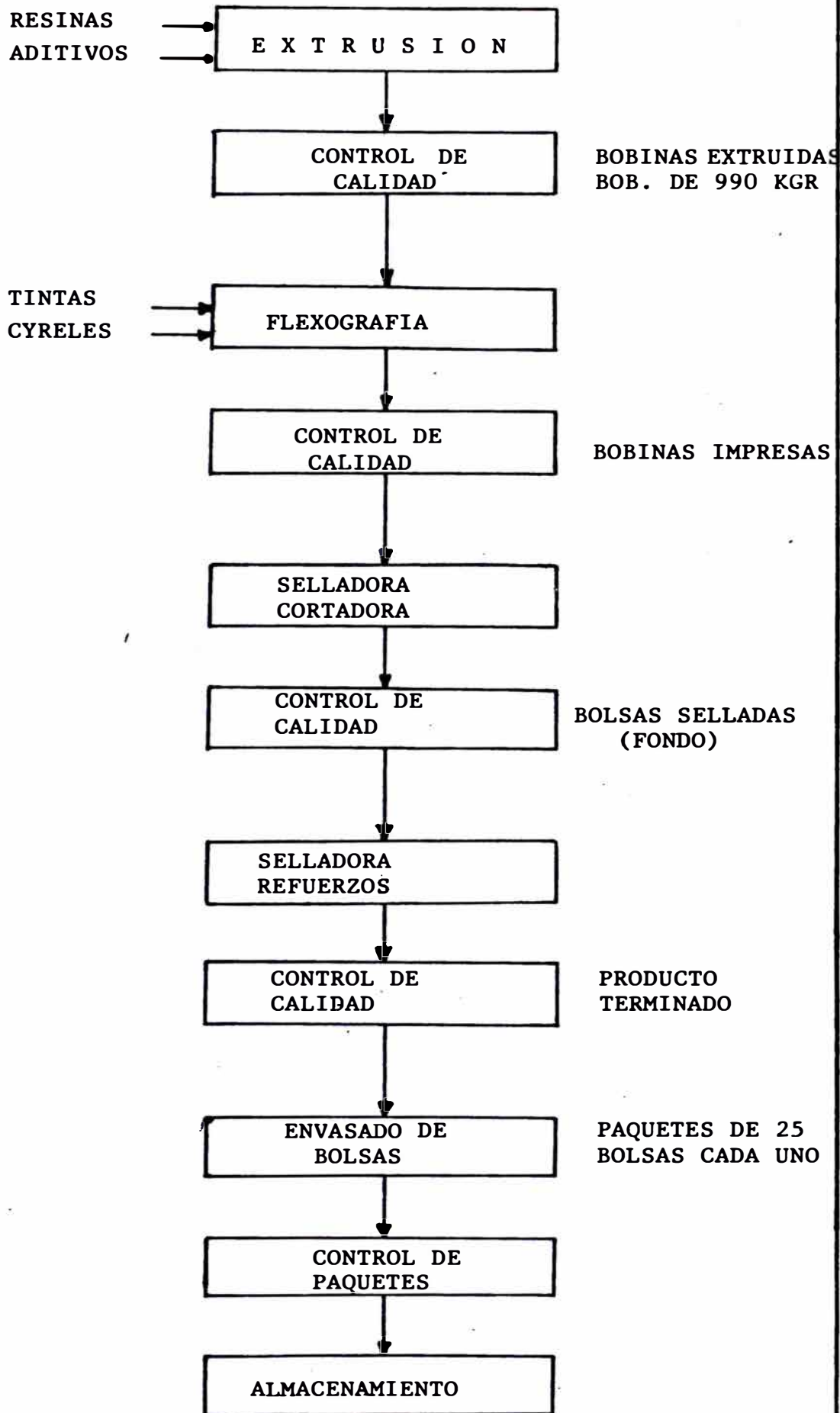


FIG. 5 DIAGRAMA DE OPERACIONES

sus partes, y a comprender lo que sucede con la resina de polietileno en su paso a través de la máquina - mientras que los pequeños granulos de resina se transforma en película.

La producción de películas (mangas) de polietileno no es básicamente una operación química de aumento de tamaño, lo cual se consigue con una maquinaria llamada extrusor.

El procedimiento de extrusión consiste esencialmente en fundir uniformemente el polietileno en el extrusor que funcionan a temperaturas cuidadosamente controladas y, extruir el fundido a través de una matriz anular para dar una película o manga de diámetro y espesor de pared uniformes.

5.2.1. EXTRUSOR

Es la maquinaria empleada para la extrusión del polietileno. Consiste esencialmente en un cilindro - dentro del cual gira un tornillo sin fin; el cilindro posee un sistema de calefacción en todo su largo, constituido normalmente por bandas calefactoras eléctricas. El PE. es alimentado mediante una tolva en un extremo del tornillo, que debe permitir un flujo libre de material, en una cantidad suficiente como para llenar completamente el espacio entre filetes. De esta manera, el material alimentado es empujado hacia adelante a través del cilindro mediante el tornillo y a medida que avanza se va ablandando, en parte debido--

al calor conducido desde las paredes del cilindro y, en parte, por el calor de fricción generado por la acción del tornillo. Cuando el polietileno fundido llega al otro extremo es forzado a través de una matriz, cuya forma adopta, siendo luego enfriado y retirado por arrastre de la manera más conveniente para cada perfil y sus dimensiones finales dependen de las condiciones de enfriamiento y arrastre.

Lo anteriormente citado corresponde a una extrusión, de un solo tornillo (la fig.5.1 se refiere a un típico extrusor de tornillo único); pero también existen máquinas llamadas co-extrusoras con las cuales se consigue extrusiones de capas múltiples, lo cual se logra instalando 2 ó 3 extrusores que alimentan independientemente una matriz ó cabezal soplador especial.

Con esta instalación se produce películas de 2 ó 3 capas, lo cual viene a ser algo así como un laminado en caliente, pero donde no es posible observar a simple vista cada una de las capas en el material ya extruído. Este tipo de material se requiere para embalar productos que requieran ciertas características especiales entre una cara interna y externa; por ejemplo resistencia a la grasa, a los efectos de la luz ultravioleta, etc.

Existen extrusores de diversos tamaños y diseños (el tamaño se define mediante el diámetro del cilindro) consiguiéndose con ello una extrusión simple ó -

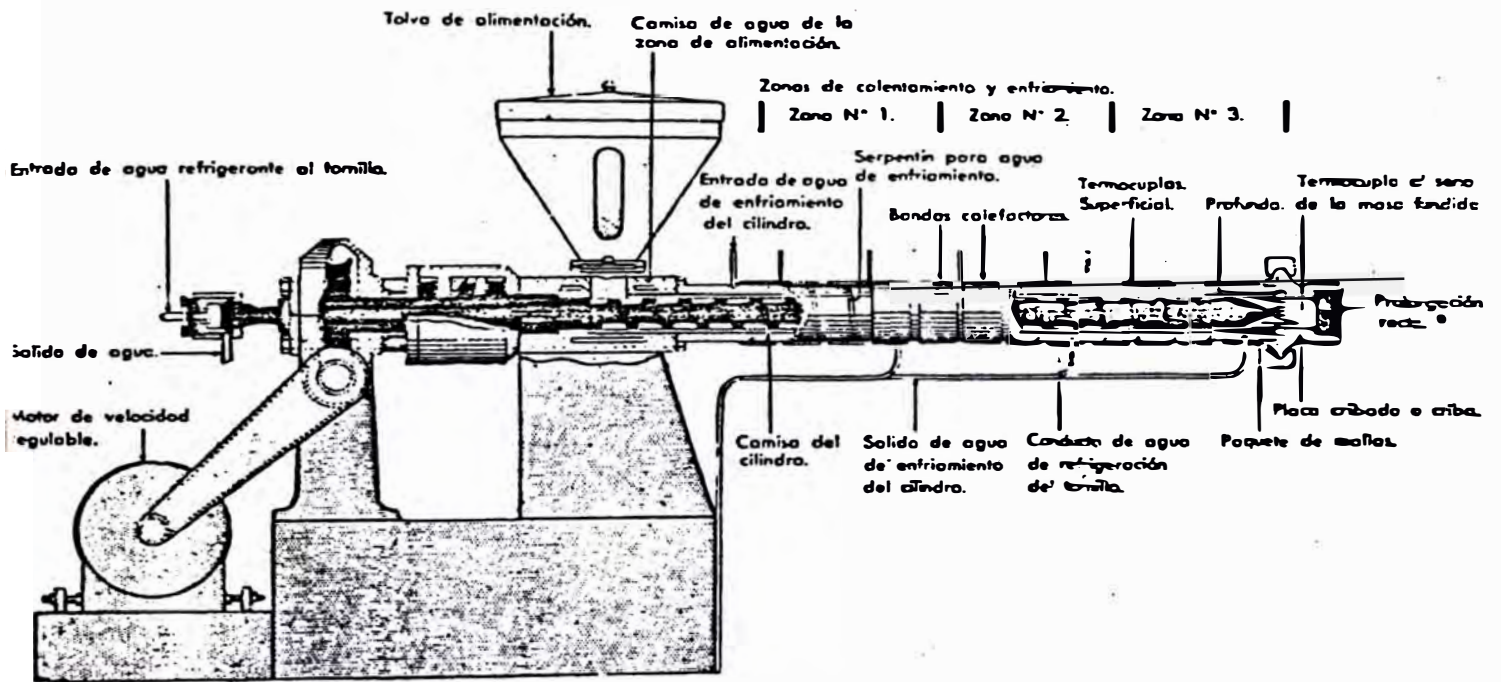


FIG. 5.1 EXTRUSOR TIPOICO DE TORNILLO PARA POLIETILENO

una de capas múltiples.

5.2.2 CARACTERISTICAS DE UN EXTRUSOR DE PE.

A.- POTENCIA Y MECANISMO PROPULSOR.

La potencia del mecanismo propulsor del tornillo debe ser lo suficiente como para desarrollar energía calórica además de proveer la fuerza impulsora necesaria.

Con un extrusor de potencia adecuada, se puede alcanzar una operación prácticamente adiabática; o sea que la energía calórica producida es casi la necesaria para llevar y mantener el material a la temperatura de trabajo.

B.- CRAPODINA O COJINETE DE EMPUJE

La crapodina para el tornillo debe ser robusta y bien diseñada para contrarrestar la contrapresión del material. Debe tenerse especial cuidado en el tipo y tamaño de la crapodina utilizada.

C.- CILINDRO

El cilindro del extrusor debería ser de una pieza única, o, preferiblemente poseer un forro -- continuo de acero endurecido. Para asegurar un mínimo desgaste y ausencia de problemas de funcionamiento del extrusor, el forro debe ser construido con mucha precisión y estar libre de deformaciones, de manera que el tornillo gire libremente y haya luz entre tornillo y barril.

D.- TORNILLO

El tornillo es la parte más importante del extrusor, siendo su función recibir y comprimir los -- gránulos alimentados, que a su vez son en parte fundidos mediante el calor de fricción debido a los esfuerzos de corte y por otro lado mediante el calor entregado.

El tornillo convencional tipo polietileno, tal como se observa en la Fig.5.2 , puede dividirse en tres zonas:

ZONA DE ALIMENTACION

Esta zona comprende 2 ó 3 filetes de profundidad constante, trabaja esencialmente como un tornillo de transporte, recibiendo los gránulos de la tolva y empujándolos a lo largo del canal del tornillo, incrementando la presión a medida que avanza. La eficiencia de esta sección depende del perfil del tornillo y de la diferencia entre los coeficientes de fricción del material y el tornillo, y el material y pared del cilindro respectivamente. Para un transporte máximo debe haber un deslizamiento mínimo en la pared y máximo en la superficie del tornillo.

ZONA DE COMPRESION

En esta zona se sigue incrementando la presión y los gránulos se convierten en una masa totalmente fundida de temperatura uniforme.

Durante la compresión la densidad aparente del material incrementa abruptamente, a medida que el aire que estaba en los intersticios entre las partículas es obligado a volver hacia la tolva. Para obtener presión y para compensar el cambio de volumen que se produce a medida que se van comprimiendo y fundiendo los gránulos y expulsando el aire, el volumen entre filetes es progresivamente reducido hacia el extremo de descarga del tornillo, tal como se ve en la Fig. 5.2.

La relación de compresión viene a ser la relación de volumen entre los dos primeros filetes (extremo de alimentación del tornillo) respecto al volumen entre los últimos dos filetes (extremo de descarga del tornillo).

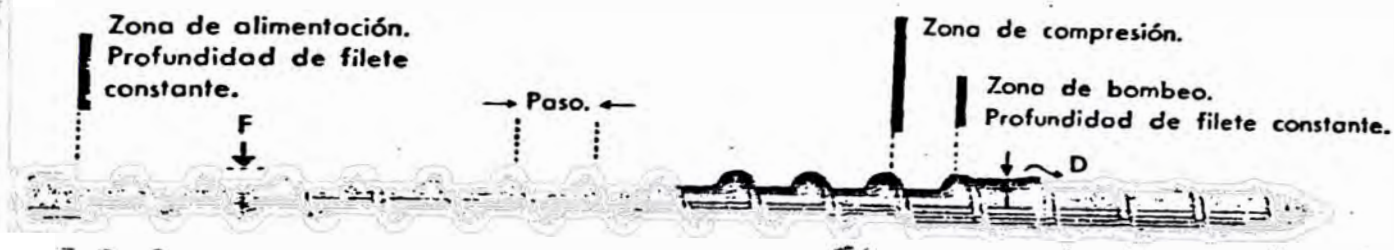
Para el polietileno se debe utilizar una alta relación de compresión, siendo el óptimo alrededor de 4 : 1, pudiendo variar levemente según los distintos procesos y máquinas.

ZONA DE BOMBEO

Esta zona tiene como función regular el flujo de material fundido hacia la matriz. La sección de bombeo tiene paso y profundidad constante y debería ser relativamente poco profunda para poder bombear el material fundido hacia la matriz con una velocidad y presión constante.



TORNILLO PARA POLIETILENO



TORNILLO PARA NYLON

FIG. 5.2

E.- CRIBAS Y MALLAS

La criba consiste en un disco de acero de 6 a 25 mm. de espesor (dependiendo del tamaño de la máquina), que está perforado con agujeros de 2 a 4 mm. cubriendo estos una superficie de entre una cuarta -- hasta una tercera parte de la superficie total. Para evitar puntos muertos o retención del material y para minimizar la influencia de la criba sobre el flujo, debe terminarse cada agujero en una entrada cónica en cada lado. Se coloca una placa cribada entre el extremo del tornillo y la matriz para sostener las mallas. El número y tipo de malla utilizado estará relacionado con la eficiencia del mezclado del tornillo y el proceso de fabricación utilizado.

F.- PROLONGACIONES RECTAS, CABEZALES 90° Y MATRICES

El polietileno fundido pasa del tornillo hacia la matriz, que está montada sobre una prolongación recta ó un cabezal a 90° según el proceso de extrusión a efectuarse.

Los canales internos que llegan desde el extremo del tornillo hasta la zona de caras paralelas de la matriz, deben ser diseñadas para impedir la retención de polímero, ya que éste se sobrecalentaría y se produciría oxidación y degradación térmica del material. El calentamiento del material debe ser uniforme para

impedir la variación de la temperatura y, por ende, de la viscosidad del material fundido, ya que esto llevaría a variaciones de la velocidad de flujo en distintas partes de la matriz que traería aparejada irregularidades en el producto final. Se puede obtener calentamiento uniforme de la prolongación y matriz utilizando un metal de espesor adecuado, en general no menor de 13 mm. y un buen control de temperatura mediante la ubicación correcta de los elementos de medición de los distintos sistemas de registro y control.

En el caso de la extrusión del polietileno no es necesario que las matrices posean superficies cromadas, pero deben ser preferiblemente de acero endurecido y debe mantenerse la superficie muy pulida. Los cabezales a 90° deben ser diseñados, de tal manera que impidan la formación de turbulencias en el polímero fundido y deben presentarse canales de flujo de una sección tal que minimicen cualquier tendencia del material a seguir "caminos preferenciales" durante su paso hacia el orificio de la matriz. La sección desde el extremo del barril hasta la matriz, debe disminuir progresivamente de manera tal que se aplique una presión -- constante y no haya estancamiento del polímero sobre las paredes. La matriz debe terminar en una sección de paredes paralelas, cuya longitud depende del proceso a efectuarse. Esta amortigua el flujo del material fundido e imparte una buena terminación al extruido;

además minimiza los cambios en el diámetro de la matriz debido a desgaste del metal y disminuye el riesgo de daño de los labios de la matriz.

G.- SISTEMA DE CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO

Aunque existen extrusores con calentamiento del cilindro mediante vapor o líquidos, la mayoría tiene bandas calefactoras eléctricas ya que son de mayor facilidad de instalación, mayor flexibilidad de operación y de menor mantenimiento.

Algunos extrusores están agrupados con sistemas de calefacción por inducción para el control de temperatura del cilindro.

Los calefactores por inducción son generalmente más caros para instalar que los calefactores convencionales con elementos de resistencia, pero algunos aseguran que entregan calor más rápidamente, poseen buen control de temperatura y son de muy larga duración.

A veces se desea enfriar parte del cilindro, para disminuir la variación de temperatura, y algunos extrusores están equipados con sistemas de enfriamiento para el mismo. En general se utilizan 3 sistemas de enfriamiento: por compresión y condensación de vapor, por agua y por aire.

El primero emplea un circuito cerrado para enfriar el barril. El segundo involucra la circulación de agua por serpentines colocados sobre la superficie del barril; en este caso debe utilizarse agua blanda para

prevenir la formación de incrustaciones que disminuyen la eficiencia.

En el último sistema se sopla aire desde pequeños sopladores ubicados por debajo del extrusor, el cual es dirigido a través de una serie de aletas adicionadas a la parte exterior del barril.

H.- CONTROLADORES DE TEMPERATURA

Para obtener uniformidad en la producción y un buen control de calidad del material extruido, es esencial poseer un sistema de control satisfactorio a lo largo del cilindro, prolongación recta ó cabezal a 90° y matriz. En los equipos de extrusión modernos - el más utilizado es el controlador proporcional conjuntamente con termocuplas como elemento de medición.

En general se aconseja que las termocuplas del sistema de control están ubicadas en posiciones poco profundas, o sea cerca de los sistemas de enfriamiento y calentamiento, con preferencia a estar profundas -- dentro de la pared del cilindro.

5.2.3 PROCEDIMIENTO DE EXTRUSION

El proceso se inicia cargando el polietileno en forma de gránulo o polvo en la tolva, el cual ingresa al cilindro calentado, donde el tornillo comienza a impulsarlo a lo largo del cilindro, hacia el cabezal. El calor eléctrico y la fricción mecánica y compresión del tornillo licuan el polietileno convirtiéndolo

lo en un coloide homogéneo que es empujado con una presión de 200 kg/cm^2 a través de un juego de mallas, que eliminan las impurezas y el material no plástificado. El juego de mallas es sostenido por un disco perforado, llamado rompedora, que cumple justamente la misión de "romper", junto con las mallas, las moléculas de material no plastificado, favoreciendo la homogenización del fluido de polietileno.

Luego de la rompedora el polietileno fluye por adaptador hacia el cabezal, saliendo hacia el exterior en forma de tubo o lámina, según la forma del cabezal.

La temperatura en el extrusor es escalonada a lo largo de sus zonas, y su magnitud depende del tipo de material. Al salir del cabezal, el polietileno sale por una circunferencia y se infla con aire.

En todos los casos se introduce aire a través del torpedo, inflando el tubo del polímero extrudado para formar una burbuja del diámetro requerido, la cual habitualmente enfriada por una corriente de aire de volumen controlado que golpea en la parte exterior de la burbuja. El film es arrastrado por medio de un par de rodillos que aplastan la burbuja manteniendo así el aire empleado para inflar la burbuja dentro de ella (es decir, la burbuja se forma entre la matriz y los rodillos de arrastre). El diámetro de la burbuja y por tanto, el ancho del film, una vez aplastado el tubo, están determinados por la cantidad de aire en que

se ha inflado la burbuja. Con este método puede obtenerse, a partir de la misma matriz, un rango continuo de anchos de film. El espesor del film manufacturado depende de la producción de la extrusora (gr/mto), de la relación de soplado de la burbuja (diámetro de la burbuja/diámetro de la matriz) y de la velocidad de arrastre del film.

Así, variando la velocidad de extrusión, la relación de soplado y la velocidad de arrastre, se puede producir un rango completo de espesores y anchos de film. Después del pasaje a través de los rodillos de arrastre, el film plano es enrollado bajo una tensión constante. Si la película debe ser impresa posteriormente es necesario tratar su superficie para obtener una buena adhesión de las tintas usadas para la impresión. El aparato para tratar el film tiene que estar ubicado tan cerca como sea posible de los rodillos de arrastre, y, preferentemente debe ser parte integrante de la unidad de arrastre.

5.2.4 TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE

A.- TRATAMIENTO POR DESCARGA ELECTRICA

El polietileno es normalmente inerte a la acción de las tintas de impresión, por lo que la película extruída, antes de enrollarse recibe una descarga eléctrica de alto voltaje (unos 20,000 V) por efecto corona a través de una barra metálica que es ener-

gizada por un equipo electrónico de alto ciclaje; la película así tratada se puede imprimir fácilmente. Se supone que el "bombardeo" electrónico oxida la superficie por la capa de ozono formado por el efecto corona, aumentando la polaridad de las moléculas superficiales. Esta modificación de la superficie hace posible la extrusión más uniforme de la tinta en la superficie del polietileno, al mismo tiempo que favorece la formación de fuertes uniones químicas con las tintas, aumentando el grado de adhesión de ésta.

B.- FACTORES QUE AFECTAN EL GRADO DE TRATAMIENTO.

Los factores que afectan el grado de tratamiento se indican a continuación:

- ANCHO Y SEPARACION DEL ELECTRODO

El ancho del electrodo debe ser aproximadamente 12 mm. menor que el ancho total de la película a tratar, para evitar una concentración de la energía de descarga en los extremos del electrodo, ya que esto lleva generalmente una ruptura prematura de aislamiento en el rodillo de apoyo, y también induce un tratamiento localizado excesivo en los dobleces de los bordes del film. Esto debe cortarse con cuidado, pues el pliegue lateral es mecánicamente la parte más débil de la película tubular plana. Normalmente se emplea un tamaño distinto de electrodo para cada ancho de película tratada, pero los tipos modernos de electrodos

tienen un mecanismo de pantalla que permite variar la longitud del electrodo dentro de tolerancias muy pequeñas.

Se recomienda que la separación del electrodo, es decir la distancia entre la superficie del film y el electrodo de tratamiento sea lo más pequeña posible, con el electrodo montado paralelamente a la superficie a tratar. Generalmente se usa una separación de 1 mm. La calidad del tratamiento producido en la superficie del film de polietileno depende de la separación del electrodo, resultando una mayor separación en un grado inferior de tratamiento.

- VELOCIDAD DE PASO DE LA PELICULA

A medida que se aumenta la velocidad de la película tratada a través del equipo, se reduce la intensidad de la modificación de la superficie. Esta situación se agrava cuando se produce película ultra-delgada a velocidades altas, o en la producción de película plana. En estas circunstancias es posible que el grado de tratamiento de la superficie sea inferior al mínimo aceptable para la adherencia satisfactoria en la impresión. Si el flujo electrónico no se puede aumentar, se hace necesario usar un sistema de varios electrodos de modo que la película sea tratada por una serie de ellos colocados en tándem, lo que aumenta eficazmente el tiempo de permanencia de la película en

la zona de descarga. Aunque no se aumenta la potencia suficiente por esta serie de electrodos se aumenta la eficacia del tratamiento efectuado en la superficie.

- ADITIVOS

Normalmente los polietilenos contienen aditivos de deslizamiento, antibloqueo o antiestáticos para mejorar la adaptabilidad y las características de manejo de las películas fabricadas. Puesto que estos aditivos ejercen su acción migrando hacia la superficie de la película, su presencia puede afectar la modificación que se trata de efectuar en la zona de descarga. Los aditivos presentes en el material afectan al proceso en mayor o menor grado según las características especiales de la superficie en el momento del tratamiento, y ya que estos materiales se desplazan a la superficie de la película poco tiempo después de la extrusión, es importante tratar la película lo más -- cerca posible de la boquilla de la extrusora.

Después de la operación de tratamiento de la película, continua la migración de los aditivos hacia la superficie, hasta que se constituye una capa de equilibrio en la superficie modificada de la película.

Los aditivos de deslizamiento o antiestáticos -- son, sin embargo, solubles en los materiales empleados en las formulaciones de las tintas, por tanto la tinta penetra en la capa de aditivo. Así es que la impresión puede efectuarse en cualquier momento des--

pués del tratamiento adecuado de la superficie del polietileno.

C.- DEFECTOS DE TRATAMIENTO.

Los defectos que se observan con más frecuencia son:

- TRATAMIENTO DEL REVERSO

El efecto principal del tratamiento del reverso de la película que está en contacto con un rodillo de apoyo, es que permite la retención de tintas en este lado de la superficie durante el arrollado de la película impresora. Los trazos de tinta que pueden adherirse a la superficie posterior tratada, además de ser desagradable a la vista, conducen a dificultades técnicas en el curso del sellado de bolsas activadas por una célula fotoeléctrica. Y el tratamiento si es fuerte reduce además la resistencia de los sellados por calor. Si se pone en contacto 2 superficies tratadas, se puede producir una fuerte adherencia, especialmente bajo presión y cuando el acabado de la superficie permite alto grado de contacto.

- EXCESO DE TRATAMIENTO

El exceso de tratamiento tiene un efecto marcado adverso a la fusión satisfactoria de 2 superficies de polietileno selladas por calor, pero no afecta a la adherencia de la tinta. Este efecto se hace notar especialmente en la fabricación de bolsas selladas por el lado o en las bolsas con pliegue lateral.

D.- MEDICION DEL GRADO DE TRATAMIENTO

Se verá la aplicación de un método de medición del grado de tratamiento "Wetting tension test" (ASTM D2587-67) que produce datos rápidos cuantitativos y reproducibles y que puede adaptarse fácilmente al trabajo en producción.

- GENERALIDADES DEL METODO

En este ensayo se mide la tensión superficial en dy/cm de la superficie del polietileno. Para un film sin tratar este valor es de alrededor 31 dy/cm y aumenta a medida que se incrementa el tratamiento. Es to se debe a que la oxidación de la superficie del po lietileno aumenta la polaridad de las moléculas super ficiales y con ello, la tensión superficial de la mis ma.

Para determinar el valor de la tensión superfi-- cial se preparan una serie de soluciones, mezcla de - formamida y cellosolve, de distintos valores de ten-- sión superficial como se indica en la Tabla N° 5.1. Las soluciones deben ser para análisis y es convenien te agregarles un pigmento que no modifique el valor - de tensión superficial a fin de facilitar el ensayo. Un pigmento adecuado es el Azul de Victoria puro uti- lizado en una concentración de 0.2 gr/lt de solución.

El valor de la tensión superficial se determina de la siguiente forma: se extiende una película muy - delgada de solución sobre el film de polietileno y -

TABLA N° 5.1

<u>FORMAMIDA</u> (Vol. %)	<u>ETIL- CELLOSOLVE</u> (Vol %)	<u>TENSION SUPERFICIAL</u> (dy/cm)
0	100.0	30
2.5	97.5	31
10.5	89.5	32
19.5	81.0	33
26.5	73.5	34
35.0	65.0	35
42.5	57.5	36.
48.5	51.5	37
54.0	46.0	38
59.0	41.0	39
63.5	36.5	40
67.5	32.5	41
71.5	28.5	42
74.7	25.3	43
78.0	22.0	44
80.3	19.7	45
83.0	17.0	46
87.0	13.0	48
93.7	6.3	52
96.5	3.5	54
99.0	1.0	56

se observa el tiempo que tarda en romper, formando pequeñas gotas. Si dura más de 2 segundos se prueba -- con otra solución de mayor tensión, mientras que si se mantiene menor tiempo se prueba con otra de menor valor.

El film tendrá la misma tensión superficial que la solución que tarda exactamente 2 seg. en romper.

- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MEDICION

El material de vidrio que se emplea para preparar las soluciones debe limpiarse con mezcla sulfocrómica y no con agentes tensoactivos, como detergentes. Las soluciones son inflamables. Deben mantenerse siempre bien tapadas para evitar que varíen su composición. Es por eso convenientemente preparar periódicamente poca cantidad de solución, ya que con el tiempo varía su comportamiento obteniéndose valores menores que -- los reales.

5.2.5 PROCESAMIENTO

Las condiciones en que se produce un film tienen un papel prominente en la determinación de las características finales de éste, y solamente una elección correcta del polímero junto con el uso satisfactorio de las condiciones de procesamiento darán como resultado un film de las propiedades deseadas.

A.- VARIABLES MAS IMPORTANTES DEL PROCESO

Entre las variables más importantes del -- proceso tenemos:

- TEMPERATURA DE EXTRUSION

La temperatura del fundido es la variable más fácilmente ajustable en el proceso de extrusión. A más de su influencia inmediatamente reconocible sobre las propiedades ópticas, la resistencia al impacto y el desgarramiento del film pueden ser modificadas por la variación en la temperatura del material fundido, en especial cuando ésta trae consigo una alteración en la velocidad de enfriamiento del film o las condiciones de estiramiento del material fundido durante la etapa de formación de la burbuja. Como regla general se puede decir que tanto las propiedades ópticas como mecánicas mejoran con el aumento de la temperatura de extrusión, pero se encuentra un límite superior cuando el "bloqueo" del film alcanza un nivel inaceptable.

"Bloqueo" es el término usado para describir la tendencia de las caras opuestas de un film tubular -- plano a adherirse una con otra haciendo que la operación de separar ambas durante el proceso de llenado -- se haga difícil. El "bloqueo" durante la manufactura del film es una de las limitaciones más serias de los métodos de producción a alta velocidad por este proceso. Para un polímero determinado, el "bloqueo" es una función de la presión de los rodillos de arrastre y de la temperatura del film cuando llega a estos rodillos, lo cual está determinada por la cantidad de aire de enfriamiento aplicado a la burbuja, la tempera-

tura de extrusión y la velocidad lineal de producción.

Un aumento en la temperatura de extrusión de un film da una superficie más suave y eleva la temperatura del film a la altura de los rodillos de arrastre, pero ambos factores favorecen el incremento de bloqueo. Para prevenir el bloqueo se debe disminuir la producción y la temperatura de extrusión; sin embargo una disminución de la temperatura de extrusión con una -- producción mayor sin que exista "bloqueo" en el límite, deteriora tanto las propiedades mecánicas como -- las ópticas del film.

La temperatura alta de extrusión, aparte de dar un film de demasiado brillo, aumentará también el bloqueo por la presión desarrollada entre las capas de film cuando éste se contráe en el rollo. Por lo tanto, es esencial que durante la operación de enrollado la temperatura del film sea tan baja como sea posible y que la tensión del rollo sea la mínima compatible -- para asegurar una estabilidad satisfactoria de éste.

- VELOCIDAD DE PRODUCCION.

La velocidad lineal de arrastre del film cuando el espesor del film es constante, es también de la mayor importancia para determinar las propiedades de éste, y, a medida que la velocidad aumenta, las propiedades ópticas, por lo general, se deterioran como resultado de una mayor velocidad de deslizamiento impuesta en el material fundido, cuando pasa a través de

la matriz.

Las propiedades mecánicas se modifican también - por un aumento en la velocidad de arrastre, puesto -- que ésta inevitablemente nos lleva un cambio en la - relación de orientación molecular en el sentido de la - máquina y transversal. El estiramiento del material fundido que tiene lugar en la región comprendida entre la matriz y la línea de enfriamiento determina el grado de orientación molecular en el producto terminado y, por lo tanto, fija sus propiedades mecánicas.

Las condiciones de estiramiento del material fundo y de su enfriamiento son afectados por el tamaño y la forma de burbuja. A medida que se aumenta la relación de soplado de la burbuja, la orientación molecular inducida por el estiramiento en la dirección de la máquina se reduce por el estrechamiento transversal - que es correspondientemente aumentado. La forma de la burbuja es especial en la región que se halla inmediatamente por debajo de la línea de enfriamiento (que - es el lugar donde la burbuja asume su máximo diámetro), afectará la importancia relativa del estiramiento en la dirección de la máquina y, esencialmente la orientación molecular resultante en el film.

Si la burbuja alcanza su diámetro máximo cerca - de la matriz (Fig. N° 5.3), la orientación producida en el sentido de la máquina y transversal por el esti

ramiento del material fundido durante la formación de la burbuja será afectada igualmente por los efectos de relajación en el polímero y finalmente, la orientación en el sentido de la máquina va ser la predominante en el film.

Si la burbuja asume su diámetro final a la altura de la línea de enfriamiento (Fig. N° 5.4) la orientación transversal predominará en el film, puesto que puede producirse muy poco relajamiento, el que puede muy bien sobrepasar la orientación residual en el sentido de la máquina, la cual ha sido reducida por una mayor extensión de la relajación del material fundido.

La forma de la burbuja y las condiciones de estiramiento del material fundido justamente por debajo de la línea de enfriamiento son controladas por las condiciones de extrusión, particularmente por la velocidad de extrusión y la eficiencia del sistema de enfriamiento usado.

- RELACION DE SOPLADO

El grado de estiramiento transversal se determina por la relación de soplado de la burbuja, pero un límite superior a este estiramiento queda fijado por la dificultad de mantener una burbuja de diámetro grande en condiciones estables y por la determinación de algunas propiedades ópticas debido a que una velocidad de enfriamiento lenta del material fundido es la condición necesaria para esta relación de soplado grande

de. En general se recomienda una relación de soplado en el rango de 2 - 2.5 : 1, lo cual es una transacción satisfactoria entre el equilibrio de la orientación molecular en el sentido de la máquina y en el transversal, por un lado, y la velocidad de producción por la otra.

5.2.6 CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL

Será necesario realizar pruebas de rutina a los diferentes materiales extruídos y ver que cumplan los requerimientos mínimos para su utilización en procesos posteriores. Entre las pruebas más frecuentes tenemos:

A.- TRATAMIENTO

Ya se definió anteriormente las condiciones y procedimiento para medir el grado de tratamiento de un material, el cual es muy importante para asegurar una buena adhesión de las tintas.

Rango de aceptación: 39 - 41 dy/cm.

B.- DESLIZAMIENTO

Máquina: Marca TOYOSEIKI (tokio)

Nº 492141 - 5

Escala de lectura: 0° a 90°

Tamaño de muestra: 128 mm x 278 mm (grande)

64 mm x 167 mm (chica)

Distancia de deslizamiento: 100 mm.

Materiales: Muestras

Planchas para cortar muestras.

Máquina nivelada

Cuchilla.

Procedimiento: tomar la plantilla y cortar las -muestras (grande y chica). La grande se coloca en el soporte fijo de la máquina, ajustar con los tornillos para evitar que se mueva; la muestra chica se coloca en el soporte movable, teniendo cuidado de fijarlo sin arrugas y deformaciones; colocar ésta sobre la lámina fija, la parte lateral debe coincidir con el centro de la distancia a deslizarse.

Prender la máquina, dejar libre el interruptor, quitar el seguro y leer en la escala el ángulo de deslizamiento. Efectuar tres lecturas y sacar un promedio.

Rango de aceptación: 30° y 40°

C.- SELLADO

Máquina: Marca FUJI IMPULSE SEALER

(Osaka-Japón) N° 5002152

220 V - 050 W

Escala de lectura: 0 a 10

Procedimiento: Sellado de las muestras en las --mordazas las cuales no deben tener bordes cortantes y deben estar cubiertos con teflón y otro material apropiado a fin de evitar que el polietileno se peguen a las mordazas. El sellado se realiza entre las caras no tratadas del material extruido bajo condiciones de temperatura y tiempo determinado de acuerdo al tipo y

espesor del material.

Rango de aceptación: E: 10.0 (E: Escala)

D.- ESPESOR

Aparato: Calibrador

Rango (0.0001" - 0.50")

Nº 7326

Procedimiento: la muestra deberá tener el ancho total del rollo y estar libre de arrugas, huellas dactilares y polvo. Se asegura que las superficies del apoyo y del eje estén limpias y secas; se coloca un extremo del espécimen sobre el apoyo y se baja el eje lentamente sobre él; se desliza lentamente el espécimen hasta el otro extremo, comparando el espesor medido con el espesor nominal de la película en todos los puntos del espécimen.

Rango de aceptación: 7 milésimas de pulg. + 10 %.

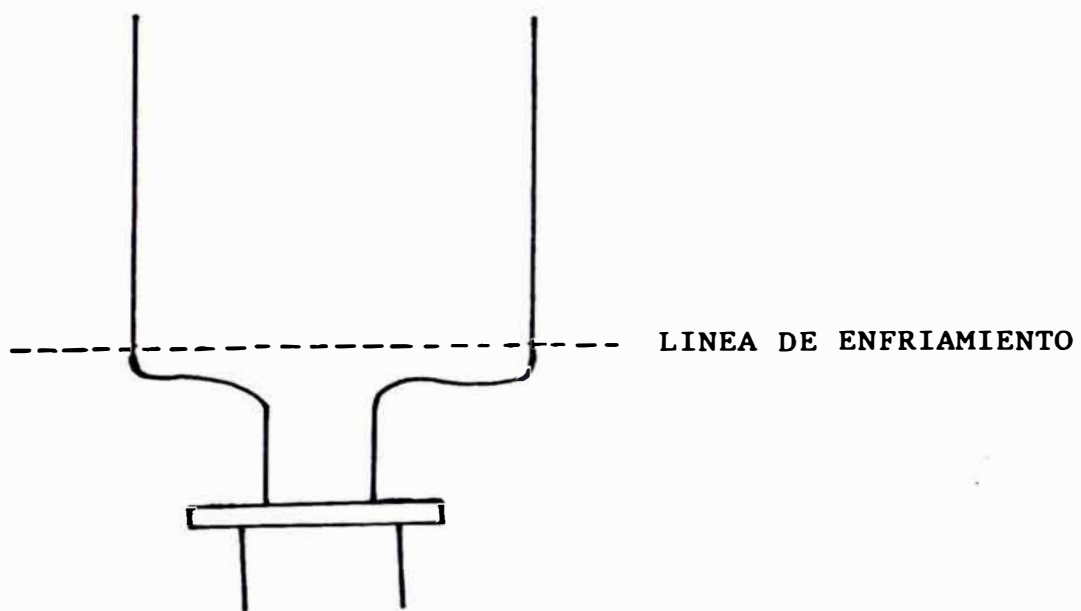


FIG. 5.4 FILM RESISTENTE O TENAZ

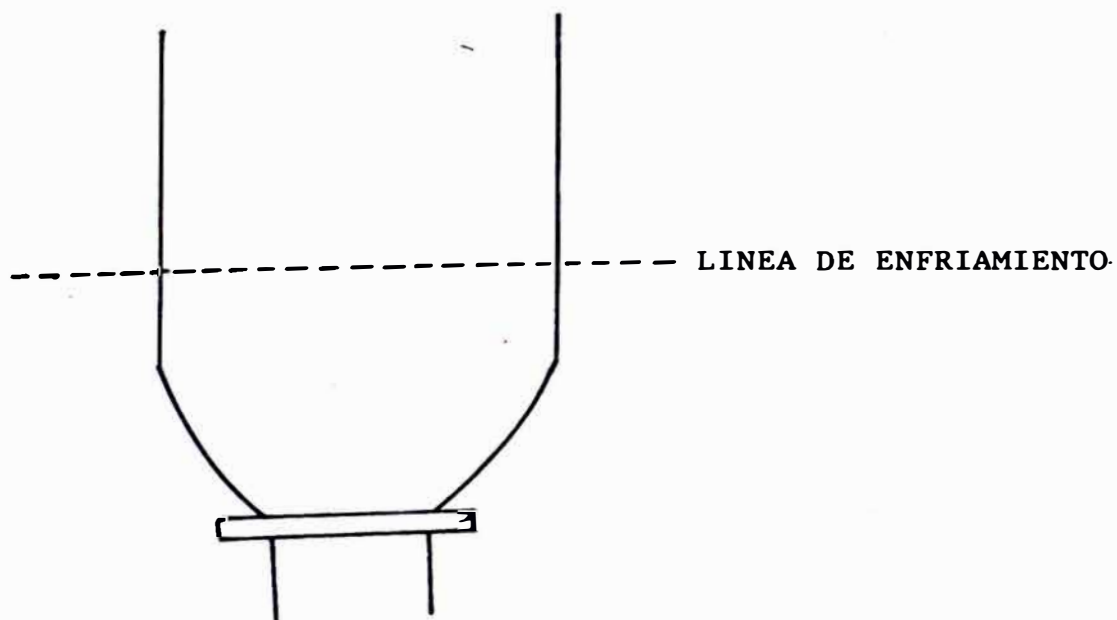


FIG. 5.5 FILM FRAGIL

CAPITULO VI

PROCEDIMIENTO DE IMPRESION Y SELLADO

6.1 FLEXOGRAFIA

Se estudiará detalladamente este sistema de impresión debido a que es el sistema empleado para la impresión de las bolsas de polietileno H-D para envasado del azúcar. Flexografía es la técnica por la cual un diseño se transfiere a un sustrato por la aplicación de tinta por medio de un cliché en alto relieve. Las planchas o clichés son generalmente hechas de materiales alastoméricos flexibles.

La parte del alto relieve que lleva la tinta, se obtiene por remoción de las áreas de no impresión por corte, moldeo, grabado, disolución y lavado posterior. Los materiales de las planchas son compuestos de cauchos naturales o sintéticos y fotopolímeros moldeables.

Las prensas se fabrican de tres tipos:

- Tambor Central.- Consiste de un cilindro de impresión común, alrededor del cual estan distribuidas -

desde dos hasta siete estaciones de impresión.

En línea.- Consiste de una serie de estaciones de impresión dispuestas en líneas.

Convencional o de torre.- Consiste en estaciones de impresión montadas unas encima de las otras en dos cuerpos generalmente de una a cuatro estaciones por cada lado.

Una unidad típica de impresión flexográfica consiste generalmente de cuatro rodillos.

Un rodillo de caucho que gira haciendo contacto permanente, con la tinta y la transfiere a un cilindro de acero o cerámica. Un cilindro de plancha y un cilindro de impresión.(Fig. N° 6.1).

El sistema flexográfico ha sido el primero en ser diseñado para materiales de empaque que en su mayoría requieren estar en forma de rollo para el llenado, envoltura, fabricación de bolsas, o cualquier otro proceso continuo.

El desarrollo de la flexografía ha llegado más allá de la necesidades de los materiales de empaque y en la actualidad cubre una amplia variedad de industrias tales, como las de libros, revistas, textiles, periódicos, cartones corrugados, calcomanías, etiquetas, papel de colgadura, papel de regalo, cortinas para baños, cheques, sobres y muchos otros.

6.2 COMPARACION CON OTROS METODOS DE IMPRESION

- Tipografía
- Litografía
- Rotograbado
- Serigrafía
- Offset seco (Letter Set)
- Rotograbado indirecto.

A.- TIPOGRAFIA

Es el más antiguo sistema de impresión. Una superficie en alto relieve es entintada, y luego presionada contra la superficie del material, que se va a imprimir. Las planchas de impresión que, llevan la imagen realzada son fabricadas de aleaciones metálicas, caucho sintético o fotopolímeros.

Las tintas son generalmente pesadas, de alta -- viscosidad y consistencia pastosa, formuladas para reducción o adelgazamiento con aceites glicoles o a gua. Los diseños de las prensas tipográficas incluyen la de platina, plano -cilíndrica y rotativas (ver Fig. N° 6.2).

Es característico del sistema tipográfico la ni tidez y la fuerza de los colores que se obtiene. En tre sus aplicaciones figuran la impresión de periód cos, revistas, calendarios, tarjetas de navidad, im presiones comerciales, cajas plegadizadas, y otros - productos.

B.- LITOGRAFIA

Comprende la impresión a partir, de una superficie plana, el área de imagen no está ni realizada como en la tipografía o flexografía, ni por debajo como en el rotograbado.

A través de varias generaciones se empleó una piedra porosa especial como sistema portador de la imagen. Basado sobre el principio de que el agua y el aceite se repelen mutuamente, se emplearon lápices de grasa o crayones para dibujar en forma invertida un diseño o letras directamente sobre la superficie de la piedra.

Agua y aceite eran aplicados alternativamente sobre la superficie plana. El agua era rápidamente absorbida por aquellas áreas de la piedra que no habían sido pintadas, mientras aquellas porciones portadoras de la imagen cubiertas con crayones grasos recibían la tinta y repelían el agua. Por consiguiente cuando, el papel que iba a ser impreso se ponía en contacto con la plancha de piedra, únicamente el diseño era transferido (Ver Fig. N° 6.3).

La moderna litografía emplea una delgada plancha metálica especialmente tratada para recibir la tinta y repeler el agua producida a través de procesos fotomecánicos de exposición a la luz y lavado.

Este tipo de impresión tiene grandes ventajas en la impresión de tonos suaves en una gran variedad de

superficies a altas velocidades.

Dentro de sus muchas aplicaciones se cuentan diversidad de trabajos comerciales, revistas, papeles para empaque cortadas en hojas, cartones, metales, y con los últimos desarrollos sobre impresión en rollos, periódicos.

C.- ROTOGRABADO

Es el único sistema de impresión que no tiene una plancha sobre un cilindro de impresión, en lugar de ello el cilindro mismo es maquinado y recubierto para recibir la imagen de impresión a través de un proceso fotográfico.

La parte de la superficie del cilindro que hará la impresión son grabados, que al microscopio parecen celdas similares a pequeñas capitas, mientras que las áreas de no impresión permanecen inalteradas. Ordinariamente el original de línea, tales como para textos y colores sólidos, son celdas grabadas más grandes y profundas mientras que los medios tonos son celdas grabadas de diferentes tamaños y profundidades.

Las tintas son muy delgadas y fluidas, y son formuladas de resinas reducibles con solvente o agua. A medida que el cilindro grabado portador de la imagen es entintado, bien sea por un rodillo dosificador o por que el rodillo gire dentro del tintero, las celdas se llenan de tintas. Toda la tinta adherida a la superficie del cilindro es retirado por una cuchilla

(Doctor Blade) dejando tinta únicamente en el interior de las celdas. Cuando el cilindro de impresión entra en contacto con la cinta que va a ser impresa soportada sobre un cilindro de caucho, la tinta de las celdas es transferida a la cinta por capilaridad (Fig. Nº 6.4).

El rotograbado es empleado en la impresión de líneas y medios tonos a altas velocidades y en tirajes de millones de copias. Generalmente se emplea en materiales de empaque, publicaciones, revistas, periódicos. Los sustratos ideales tienen acabado liso (Ejem. materiales esmaltados, supercalandreados, películas plásticas y de aluminio) puesto que la mejor transferencia de tinta se logra cuando hay un buen contacto con el sustrato.

Superficies irregulares no deben ser impresas -- por este proceso, sin embargo mediante una ayuda electrostática se ha logrado transferir la tinta, de las celdas al sustrato con excelentes resultados en papeles de moderada rugosidad.

D.- SERIGRAFIA

Originalmente conocida como "Silkscreen". El proceso consiste en hacer pasar tinta a través de una malla soportada hasta el sustrato. Los elementos básicos del equipo incluyen una mesa, un marco rígido, una malla muy fina, una espátula semirígida, stencil para serigrafía, tinta de alta viscosidad y un sustrato sobre el cual imprimir.

La malla es generalmente estirada firmemente sobre el marco, éste es colocado sobre una mesa (con la malla hacia abajo y embisagrado sobre uno de los lados para permitir levantar y bajar el marco). La malla se convierte en el portador de la imagen, las aberturas a través de la malla permiten el paso de la tinta en el área de la imagen, mientras que en las áreas de no imagen la malla permanece cercada o cubierta.

El ~~sustrato~~ sustrato es colocado debajo de la malla y del marco, se vierte la tinta por la parte de encima y con una espátula se corre de un lado a otro de la malla, obligando a la tinta pasar a través de los orificios abiertos (Fig. No 6.5).

La capa de tinta depositada sobre el sustrato tiene el mismo espesor que los hilos de la malla. Múltiples colores pueden ser impresos cambiando el stencil o empleando varios marcos con diferentes stenciles. Las impresoras de hoy utilizan la fotomecánica, con mallas de acero finísimas, sobre las cuales son capaces, de reproducir tipos legibles de seis puntos e intrincados diseños.

El proceso de serigrafía es ampliamente usado para la impresión de superficies redondas e irregulares como botellas, tubos y cualquier objeto plástico o metálico.

La mayor ventaja de este sistema es la versatilidad para la impresión de formas irregulares, con un a

cabado terso, con una gruesa capa de tinta, tales como las empleadas en las vallas publicitarias y en los trabajos de calidad, de corto tiraje a costos relativamente bajos.

E.- OFFSET SECO

Esta es una combinación de la tipografía y la litografía, y ha sido desarrollado en un esfuerzo para buscar nuevos desarrollos de sistemas de impresión tradicionales. Tiene como ventajas, la alta duración de la imagen en alto relieve de la plancha, la eliminación del agua y por consiguiente el problema crucial del balance agua - tinta del sistema litográfico, reteniendo la manta de caucho y el sistema completo de entintaje (Fig. N° 6.6).

F.- ROTOGRABADO INDIRECTO U OFFSET

Es una combinación del offset litográfico y el rotograbado. Nuevamente la corta vida útil de una plancha litográfica y el balance agua - tinta, es cambiado por los cilindros grabados de alta duración.

Las ventajas del sistema de rotograbado, al requerir papeles calandreados o esmaltados con o sin ayuda electrostática es eliminada, haciendo que la tinta sea transferida fácilmente de la celda a una manta de caucho, la cual a su vez transfiere con altísima fidelidad los puntos finos de tinta a cualquier superficie imprimible (Fig. N° 6.7).

6.3 PRINCIPIOS MECANICOS DE FLEXOGRAFIA

La flexografía consiste de cuatro partes básicas:

- Rodillo de tinta o de la fuente.
- Rodillo dosificador de tinta (Anilox).
- Cilindro de plancha.
- Cilindro de impresión.

A.- RODILLO DE TINTA

Es generalmente un rodillo metálico cubierto con un tipo especial de caucho natural o sintético. Está diseñado para rotar en el interior de un recipiente que contiene una tinta delgada. Cumple la finalidad de transportar cantidades relativamente grandes de tinta, desde el tintero hasta el rodillo dosificador. Usualmente el rodillo de tinta gira a menor velocidad que el rodillo dosificador para facilitar la limpieza de éste con el mismo rodillo dosificador.

B.- RODILLO DOSIFICADOR DE TINTA (ANILOX)

El rodillo anilox es usualmente un rodillo metálico, la superficie del cual está completamente grabado con finísimas celdas desde 80 hasta 500 líneas por pulgada lineal. También los hay recubiertos con cerámica con o sin la estructura grabada descrita anteriormente.

El propósito del rodillo dosificador es el de sumnistrar una película fina, controlada y medida de tinta a la plancha que se encuentra sobre el cilindro, de plancha.

El rodillo de tinta y el anilox están en contacto bajo presión para exprimir el exceso de tinta de la superficie del anilox, dejando únicamente la tinta, que tiene cabida en las celdas. La baja velocidad de rotación de tinta, también contribuye a la función de escurrimiento.

El rodillo anilox en continua rotación y contacta con el cilindro de plancha, transfiere la tinta, a las áreas en alto relieve. La presión entre el rodillo anilox y en la plancha deben ser tan ligera como sea posible para no sobrecargarla de tinta o para no, presionar la tinta hacia los bordes de las partes en alto relieve de la plancha. El anilox debe girar a la misma velocidad superficial de la plancha, por lo tanto deben ir mutuamente engranados (Fig. N° 6.1)

Antes de la aparición de los rodillos anilox, y la introducción de la velocidad diferencial para el rodillo de tinta, la impresión flexográfica adolecía de un fenómeno conocido como "fantasmas" quiere decir, que la rotación del rodillo de tinta y el rodillo de transferencia no dosificaban la tinta uniformemente, en lugar de ello existía una "memoria" en el área que había entregado la tinta previamente el rodillo de transferencia la cual permanecía ávida de tinta en comparación con las áreas que no habían sido usadas, ahora con la introducción de estos dos desarrollos raras veces se presenta el fenómeno de "fantasmas".

Un segundo defecto de este sistema de entintado, era el salpicado de tinta a altas velocidades de la prensa.

Otro defecto estaba en la no uniformidad de la entrega de la tinta, especialmente en prensas de formato ancho, este método era mucho más sensible a los cambios de viscosidad y a otros factores.

Dichos defectos han sido virtualmente eliminados con la aparición de los rodillos ANILOX y la velocidad diferencial del rodillo de tinta o de la fuente.

VARIACIONES AL RODILLO DOSIFICADOR ANILOX

- Cuchilla Dosificadora con dos rodillos

Existen variaciones posibles en el sistema flexográfico de entintado con dos rodillos, adicionalmente al efecto dosificador de la tinta entre el rodillo de tinta y el rodillo anilox es posible adicionar una "cuchilla doctor" o "racleta" para eliminar el exceso de tinta sobre la superficie del anilox, justamente antes del punto de contacto. El propósito de esta es pues asegurar un entintaje controlado de las planchas.

Las cuchillas o racletas son generalmente contruidos de un acero especial o de materiales fenólicos.

- Cuchilla Doctor y el Sistema aplicador de Tinta

Otras variaciones eliminan el rodillo de caucho de la tinta y colocan en su lugar el rodillo grabado anilox. Un sistema aplicador de tintas deposita una

gran cantidad de éste sobre el anilox, bombeándola -- desde un tanque de almacenamiento remoto. La cuchilla es colocada más allá del aplicador (Fig. N° 6.8).

C.- CILINDRO DE PLANCHA

El cilindro de plancha es generalmente un cilindro de acero colócado entre el rodillo de transferencia de tinta (anilox) y el cilindro de impresión.

Las planchas de impresión se pegan a este cilindro mediante cinta adhesiva de doble cara. El diámetro del cilindro de plancha, incluyendo la cinta de doble cara y la plancha debe ser igual al diámetro primitivo del piñón de mando. Por esta razón el cilindro de plancha libre para una longitud de repetición debe tener un diámetro reducido o "escote", que le permita acomodar la cinta de doble cara y la plancha de impresión. Esta generalmente mide 0.250 pulgadas (0.125 un lado).

Un rodillo de transferencia de tinta entrega una fina película y controlada película de tinta a las partes en alto relieve de la plancha, la cual a su vez -- transfiere la tinta a la superficie del sustrato.

D.- CILINDRO DE IMPRESION

El cilindro de impresión es un cilindro metálico pulido el cual sirve como soporte al sustrato cuando éste se pone en contacto con la plancha.

La velocidad superficial del cilindro de impresión debe ser idéntica a la del cilindro de plancha ,

el rodillo anilox y el sustrato. Si esto no fuera así, se harían presentes en la impresión imágenes desregistradas, halos, manchas, y se disminuiría la vida útil de la plancha.

Es también requisito, para una buena calidad de impresión, la exactitud de los diámetros en los cilindros, su paralelismo, y la no presencia de esfuerzos en los piñones y rodamientos.

6.4 HERRAMIENTAS BASICAS DE LA FLEXOGRAFIA

A.- TRABAJO DE ARTE

Las técnicas especiales están asociadas con trabajos preparatorios desde:

Selección de la plancha (moldeada o fotopolímero) Rango de la trama (65 a 150).

Crecimiento del tamaño del punto.

Diseño de la prensa (formato ancho o angosto, sistema de dos rodillos o cuchilla, sistema de impresión central o convencional).

Sustrato (película, papeles, textiles o impresión de transferencia por calor).

B.- LA PLANCHA DE IMPRESION

La plancha de impresión flexográfica es una plancha de relieve flexible, generalmente fabricada de cauchos moldeados naturales o sintéticos o de resinas fotopolímeras.

Las imágenes en alto relieve han sido formadas -- por exposición a la luz, polimerización de las resinas

y remisión de las áreas no polimerizadas.

Los distintos tipos de plancha de caucho son formuladas o combinadas para cumplir características deseadas con distintos propósitos, tales como, resistencia a solventes o productos químicos, resistencia al desgaste, grado de dureza, habilidad para ser pulida, superficie dura, respaldo blanco, respaldo espumoso o comprensible, con flujo y con redimientos altos.

Las planchas de caucho moldeadas cuando son montadas adecuadamente en el cilindro de planchas puede llegar a producir hasta millones de impresiones dependiendo de la naturaleza abrasiva del sustrato y/o de la tinta.

C.- CILINDROS Y ENGRANAJES

Las planchas de impresión son montadas sobre el cilindro de planchas, los cuales pueden ser de cuatro tipos generales:

- Integral.- La pared o superficie del cilindro, su eje y sus extremos son fabricados como una sola unidad.
- Desmontable.- La pared o superficie del cilindro de varios diámetros son fabricados sin eje, por todos se ajustarán sobre un eje universal o mandril. El montaje o desmontaje del cilindro y sus ejes pueden ser hecho por calentamiento de los collares selladores para expandirlos o por sistemas de abrazadera.
- Mangas.- Hecha de varias composiciones, son montadas

sobre mandriles especiales perforados para permitir la aplicación de aire, de alta presión a través del centro, con el aire saliéndose por los huecos en la superficie de los mandriles.

Esto expande ligeramente la manga y permite que ella flote sobre la posición. En contraste con el cilindro desmontable, cada cilindro de un diámetro determinado requiere de un mandril de un mismo diámetro.

- Magnético.- Este es un cilindro integral, construído para generar un campo magnético del tal manera que reciba y sostenga al reverso sin necesidad de una cinta de doble cara. La circunferencia del cilindro portaplancha esta relacionado con la dimensión líneal del patrón requerido.

El diámetro del paso del engranaje usado con una repetición determinada debe ajustarse con el diámetro de impresión de ese cilindro portaplancha. Cuando estos requerimientos son alcanzados y la velocidad superficial de la plancha sobre el cilindro es exactamente la misma velocidad de la cinta. Esto es absolutamente esencial para una impresión buena y limpia.

D.- DISPOSITIVOS DE MONTAJE Y PRUEBAS

Estos aditamentos proveen los medios paramontaje de trabajos con planchas multicolores con registro exacto y arreglo apropiado o colocación de las

planchas para obtener una impresión uniforme a través y alrededor del cilindro antes de instalar el trabajo en la prensa. Además se pueden hacer pruebas de color total para determinar el decalque de las tintas, prueba impresa, posicionalmente de la impresión y uniformidad en la altura de la plancha.

6.5 LAS PRENSAS FLEXOGRAFICAS IMPRESORAS

Las prensas flexograficas alimentadas por ellos generalmente consiste de cuatro secciones básicas, con una multiplicidad de variaciones incluyendo adaptabilidad para muchas operaciones en línea para propósitos específicos:

- Sección de desembobinado y alimentación a la máquina.
- Sección de impresión.
- Sección de secado.
- Sección de rebobinado y salida u operaciones -- subsiguientes en línea.

A.- SECCION DE DESEMBOBINADO Y ALIMENTACION

El rollo de material a imprimir debe ser soportado bajo control tal que pueda desenvolverse en la prensa a medida que sea requerido en perfecta alineación y bajo tensión apropiada para prevenir arrugas. La tensión no debería ser muy grande para evitar rompimiento o estiramiento del material.

Todo esto se logra mediante el soporte de los rollos en guías sobre un eje metálico montado en cojine

tes planos con un freno de mano accionado manualmente para control de tensión, una varilla fileteada y una rueda manual para ajuste lateral.

Este sistema no es apropiado para películas extensibles y en el mejor de los casos difícil para trabajo de registro muy fino en prensas convencionales o en línea.

Un sistema más efectivo para alimentación y desembobinado del rollo puede incluir todos o algunos de los siguientes elementos:

- Posiciones múltiples de desembobinado.
- Pivote rotativos para facilitar la alimentación.
- Mandriles semiautomáticos.
- Cojinetes de precisión.
- Guía de control semiautomático.
- Control automático de tensión con aditamentos -- sensores de tensión.
- Rodillos de alimentación engranados.
- Unión automática de rollos.

Una sección de desembobinado puede incluir un grupo de rodillos de acero con calentamiento interno, o los rodillos usados para control de la tensión de alimentación pueden también ser calentados.

El propósito para esto es el de abrir la superficie de papeles altamente calandrados por precalentamiento, haciendo de esta manera la superficie más receptiva de la tinta.

El precalentamiento en esta forma es también benéfico para algunos materiales plásticos, haciendo -- que estos permanescan más planos, lo cual reduce su -- tendencia a arrugarse.

B.- SECCION DE IMPRESION

Una estación de un solo color está conformada por un tintero, un anilox, cilindros de plancha y de impresión lo cual es suficiente para constituir una estación impresa. Sin embargo la gran mayoría de las prensas son multicolores teniendo dos hasta ocho estaciones impresoras en la sección de impresión.

Las prensas en línea tienen sus unidades dispuestas en una fila horizontal. Las prensas tipo convencionales con dos o cuatro colores están dispuestas una sobre la otra torre.

En la prensa tipo tambor central de impresión, las unidades de impresión están dispuestas en secuencia alrededor de un tambor central.

C.- SECCION DE SECADO

Esta sección usualmente incluye capacidad de secado entre colores, para imprimir color sobre color, además un secado final para remover el solvente restante antes de embobinar el rollo.

El método más común de secado, es aire caliente a alta velocidad. Otros métodos son curado por rayo electrónico, secado infrarrojo, sistemas ultravioletas

y dieléctricos (no conductores).

D.- SECCION DE SALIDA Y EMBOBINADO

Esta sección es idéntica a la sección de desembobinado o alimentación del material.

Puede consistir simplemente en un eje con cojinetes soportando la bobina de enrollado por medio de -- mandriles. Sin embargo hay una diferencia importante, mientras el eje del desembobinador es frenado para la aplicación de la tensión necesaria del rollo, el eje del reembobinado debe ser impulsado.

Aquí de nuevo, la tensión del rollo debe ser controlada y limitada a un mínimo necesario para conservar el nivel particular del sustrato, sin arrugarse y estirarlo -no necesariamente apretado- como si se enrollara sobre el rollo final.

Una rebobinadora puede incluir:

- Posiciones múltiples de rebobinado.
- Pivotes rotativos para facilitar desmonte.
- Mandriles semiautomáticos.
- Cojinetes de anti-fricción.
- Artefactos sensores de tensión del rollo.
- Controles de tensión, frecuentemente programada para reducir la tensión del rollo a medida que - su diámetro se incrementa.
- Rodillos de alimentación impulsados.
- Rodillos enfriadores.
- Transferencia automática.

- Guías laterales
- Aditamentos de corte longitudinal.
- Eliminadores de estática.
- Aditamentos de inspección de movimiento del rollo, para detener la imagen para un análisis de tallado de calidad.

6.6 CONTROL DE CALIDAD DE LA IMPRESION

Una lámina después de haber sido impresa se le realiza las siguientes evaluaciones:

- Impresión: debe ser clara y precisa.
- Tonalidad de colores.- deben ser idénticos al standar proporcionado por el cliente.
- Diseño.- verificar si el diseño impreso coincide con el standar o muestra del cliente.
- Dimensiones.- estas deben ser iguales al standar.
- Adherencia del diseño.- se comprueba colocando una cinta adhesiva sobre la superficie impresa y se jala rápidamente, luego se observa si hay o no desprendimiento de tinta.
- Scratch.- con un rasguño ligeramente presionado sobre el área impresa, se analiza si hay desprendimiento de la tinta.
- Secado.- de la película impresa.
- Bloqueo.- aquí se observa si hay desprendimiento de tinta de una cara contra otra impresa.
- Deslizamiento.- para observar como influye la tinta sobre el sustrato que ha salido del extrusor.

- Sellado.- debe ser a una temperatura de 160°C para que exista fusión entre las 2 láminas del material y evitar posteriores despegados por efecto del manipuleo.

6.7 SELLADO DE BOLSAS

No existe una teoría completa sobre los mecanismos de soldadura de los plásticos.

Para obtener una buena soldadura, los plásticos deben tener una gran fuerza de contracción y buena disposición molecular.

Con el simple contacto de dos cuerpos fundidos no se logra una buena soldadura; se requiere que en la zona de contacto la temperatura sea superior a la temperatura de fluidez del plástico, de modo que el micromovimiento interior incite la dispersión molecular.

Mediante la presión mecánica aplicada; el plástico fundido se introduce entre las intersecciones moleculares, transmitiendo calor, haciendo que este proceso avance hacia la capa interior de las películas.

6.8 TIPOS DE SELLO

Para este tipo de bolsa se consideran:

A.- Sello por Encogimiento.

B.- Sello por Impulso.

A.- SELLO POR ENCOGIMIENTO

Se consigue por un hilo metálico (micrón) que divide a la película en dos partes; el micrón fun

de la película, ésta al separarse del micrón, se fragua encogiéndose y forma el borde del sello.

Desde el punto de vista de productividad, el sello más eficiente es el de encogimiento, es precisamente el sello que producen las máquinas automáticas.

B.- SELLO POR IMPULSO

Interviene con mayor eficacia la presión, el calor se transmite a través del teflón, la película fundida se modea tomando la textura del teflón, impartiendo una buena apariencia.

6.9 METODO DE SELLADO

Uno de los métodos más difundidos para sellar plásticos es la que aprovecha su "Termoplasticidad".

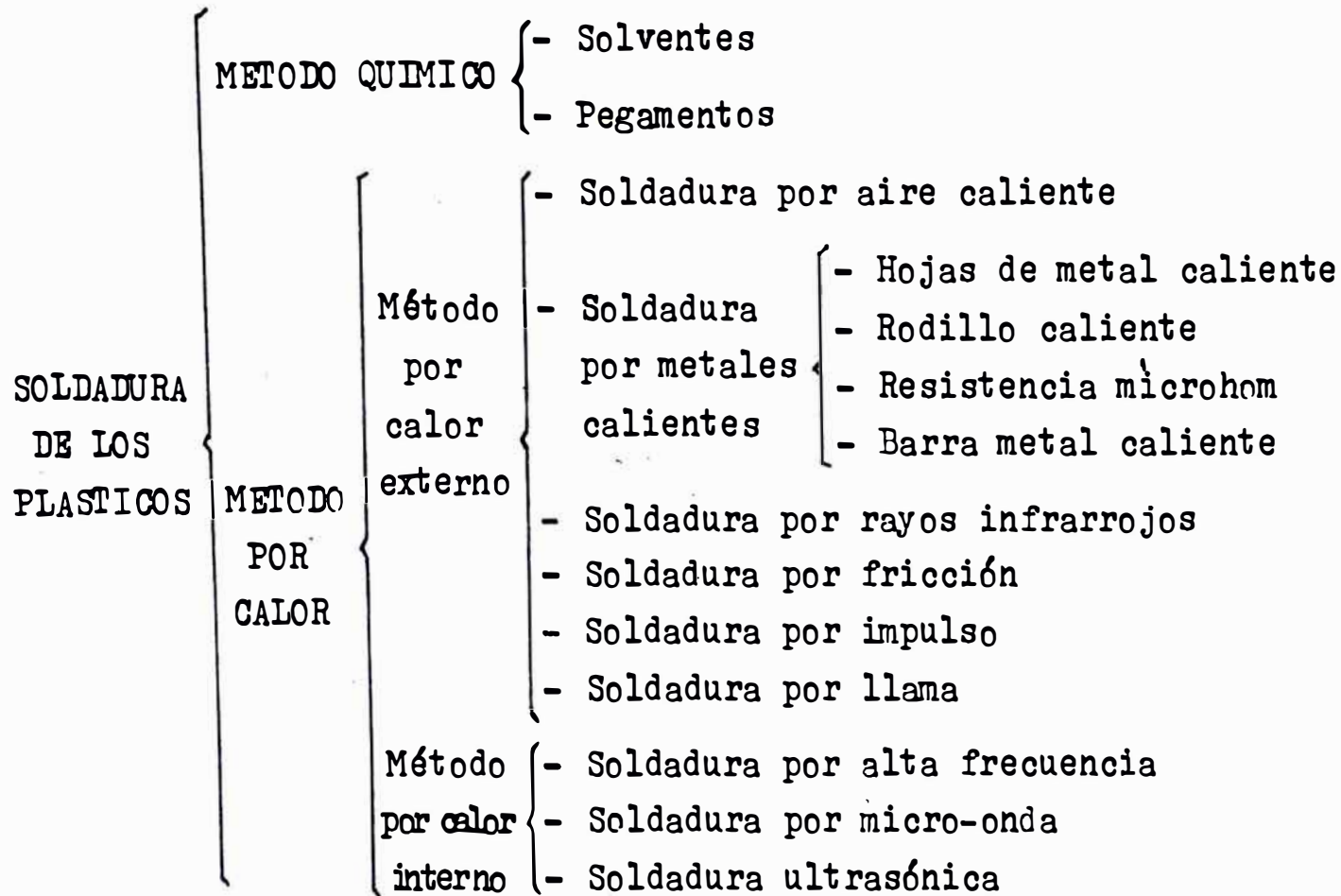
Este método de soldadura por fusión es considerado como el ideal en el campo de la soldadura, ya que se logra brevísimo tiempo de soldadura fuerte y de buena apariencia. Sin embargo para lograr una buena soldadura es necesario que el material sea de una buena sellabilidad y que la fuente de calor y enfriamiento sean adecuados a los objetivos que se persiguen.

En el cuadro N° 6.1 se describen los métodos de sellado de los plásticos.

6.10 FACTORES BASICOS DEL SELLADO

Para la obtención de un buen sellado se requiere de la precisión de las siguientes variables controlables:

A.- Temperatura.



CUADRO Nº 6.1

B.- Presión

C.- Tiempo de ciclo

A.- TEMPERATURA

Se fija de acuerdo a la:

- Conductividad térmica
- Calor específico
- Temperatura por deformación por calor.

Las necesidades de calor varían considerablemente de acuerdo al tipo de material termoplástico; varían también de acuerdo a los espesores de película.

La soldadura de secciones gruesas dentro de períodos razonables de tiempo necesita temperaturas tan elevadas en la barra que se produce un flujo excesivo de plástico junto a la barra caliente bajo la presión aplicada, por tanto si dos materiales tienen temperatura de ablandamiento equivalentes; el material con menor calor específico y/o mayor conductividad térmica puede ser soldado con espesores mayores.

B.- PRESION

Es preciso proporcionar presión cuando se pegan dos películas termoplásticas, con objeto de asegurar un último contacto en la interfase y proporcionar la fuerza necesaria para fundirlo.

Se emplean corrientemente sistemas neumáticos para proporcionar presión, equipados con una válvula de reducción y un manómetro de presión para que el sistema sea conectado directamente a una línea de aire com

primido.

Si se ha alcanzado la temperatura de ablandamiento de la película, ésta puede ser soldada en un amplio intervalo de presión.

La presión se ajusta en el valor que permite hacer el pegado en un mínimo período de tiempo, pero -- sin excesivo flujo de material desde la zona de soldadura, esto significa que para la mayoría de las películas termoplásticas se deben emplear presiones relativamente bajas; éstas presiones tienen el efecto de ensanchar el intervalo de temperatura dentro del cual se pueden hacer soldaduras satisfactorias.

El intervalo de presión para una película termoplástica particular depende mucho de la viscosidad -- del material. Por ejemplo el polietileno tiene una viscosidad relativamente pequeña a su temperatura de ablandamiento y se puede soldar a presiones tan bajas como 0.5 a 1.5 Kg/cm², mientras que el acetato de celulosa tiene una viscosidad relativamente alta a su temperatura de ablandamiento y necesita presiones tan -- altas como 15 Kg/cm² para ser soldada.

C.- TIEMPO DE CICLO

Una selladora siempre está equipada con relojes electrónicos que tienen escala de fracción de segundos. Se puede ajustar en un valor deseado el tiempo de cierre de las mandíbulas y al final de este inter-
áticamente fijada permitiendo

que se abran las mandíbulas.

En el caso de una selladora por impulso el ciclo de presión y de impulso de calor se disparan simultáneamente.

Cuando se suelda una película es preciso dejar un tiempo suficiente para que el calor sea conducido, desde la barra a través de la película termoplástica hasta la interfase para elevar la temperatura de las superficies en la interfase hasta su punto de ablandamiento.

Desde un punto de vista comercial, si el ciclo tiempo es demasiado largo, la productividad será baja, por ésta razón se establece el tiempo deseado y se ajustan la temperatura y la presión para conseguir uniones satisfactorias. Los ciclos cortos necesitan elevadas temperaturas. El empleo de elevadas temperaturas y bajas presiones aumenta la posibilidad de conseguir buenas uniones o soldaduras.

6.11 ADITIVOS PARA EVITAR LA ADHESION DEL POLIETILENO A LAS BARRAS

Muchos materiales termoplásticos tienden a adherirse a las barras metálicas de soldadura a las temperaturas necesarias para realizar la operación. Se puede emplear varios métodos para evitar el contacto directo de la resina caliente con las mandíbulas del aparato.

- Para este fin se puede hacer uso de cintas protecto

ras hechas con tejido de fibra de vidrio impregnado en el teflón (resina de Tetrafluoroetileno); los -- bordes de éstas cintas se pueden unir permanentemente al aparato, actuando así las cintas de protección permanente entre el material de calor y la película que se suelda.

- Se emplea también Caucho de Silicona, aplicado a las mandíbulas.
- Otro agente para resolver este problema es la grasa de Silicona; un delgado recubrimiento de este lubricante sobre las ~~man~~ mandíbulas evitará el problema, de--biendo ser renovado frecuentemente ya que pequeñas cantidades se adhiere en cada soldadura.

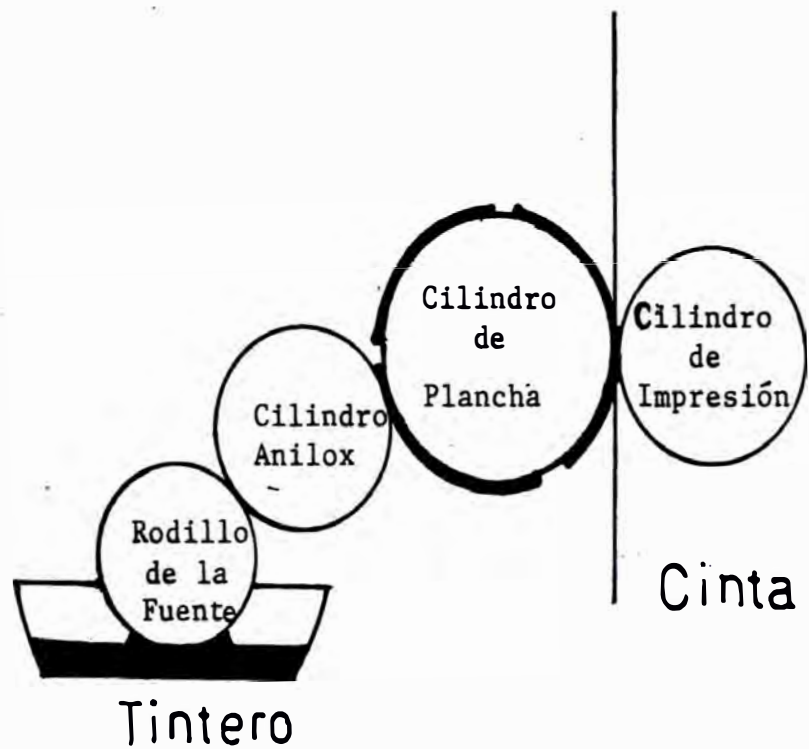


FIG. 6.1 UNIDAD DE IMPRESION FLEXOGRAFICA

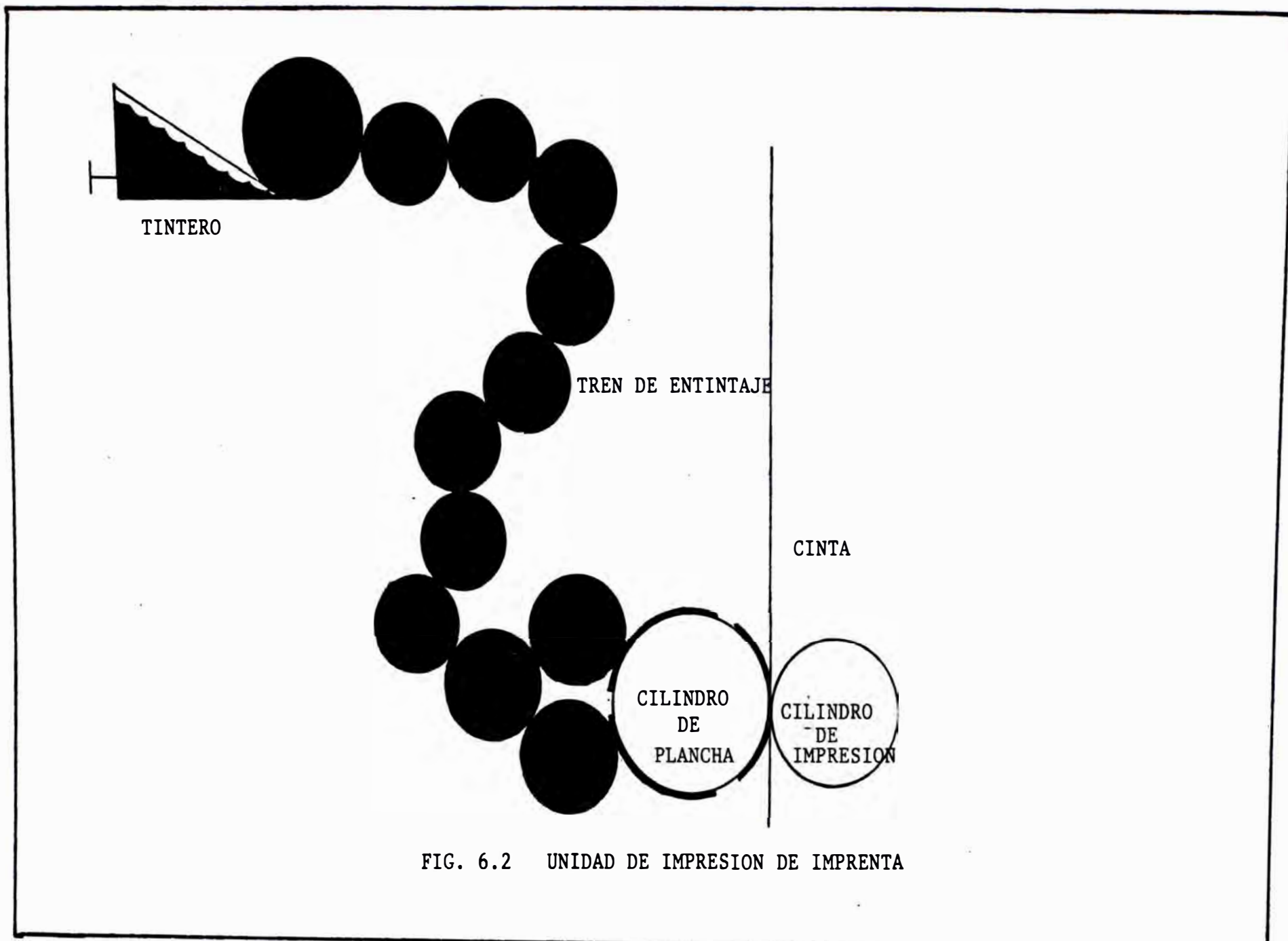


FIG. 6.2 UNIDAD DE IMPRESION DE IMPRENTA

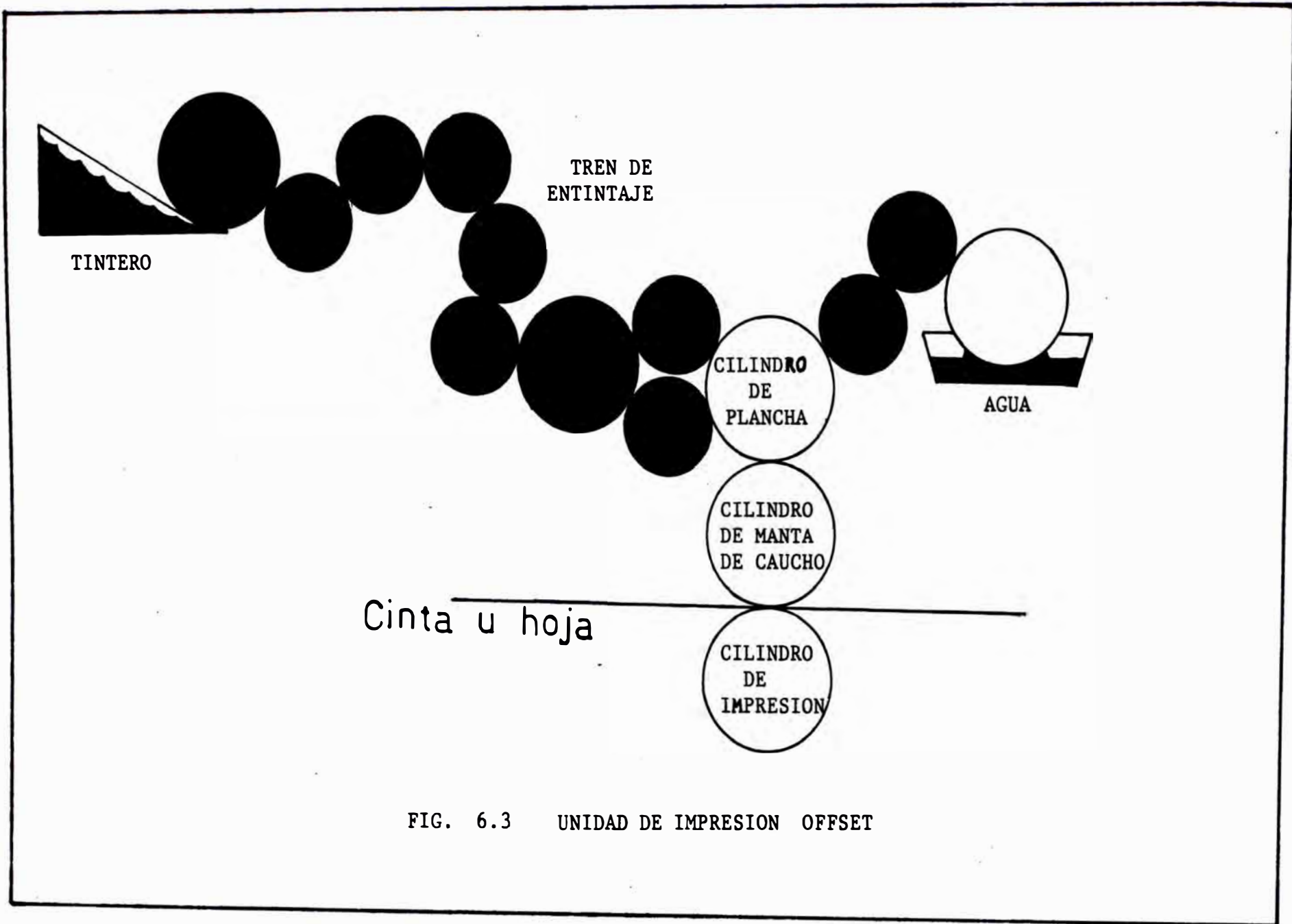


FIG. 6.3 UNIDAD DE IMPRESION OFFSET

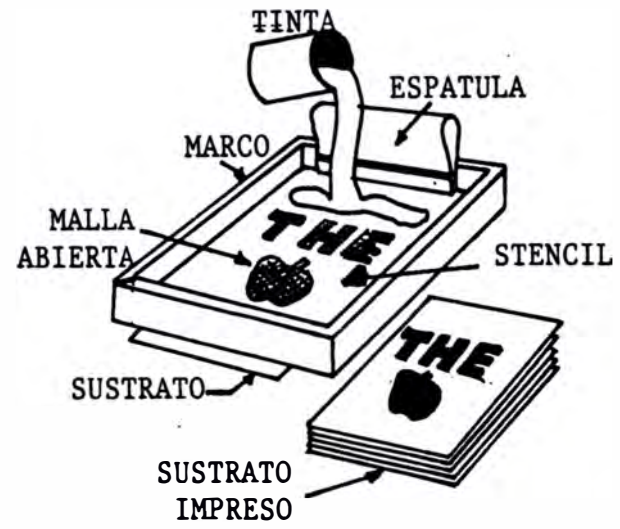


FIG. 6.5 PROCESO SCREEN TIPICO

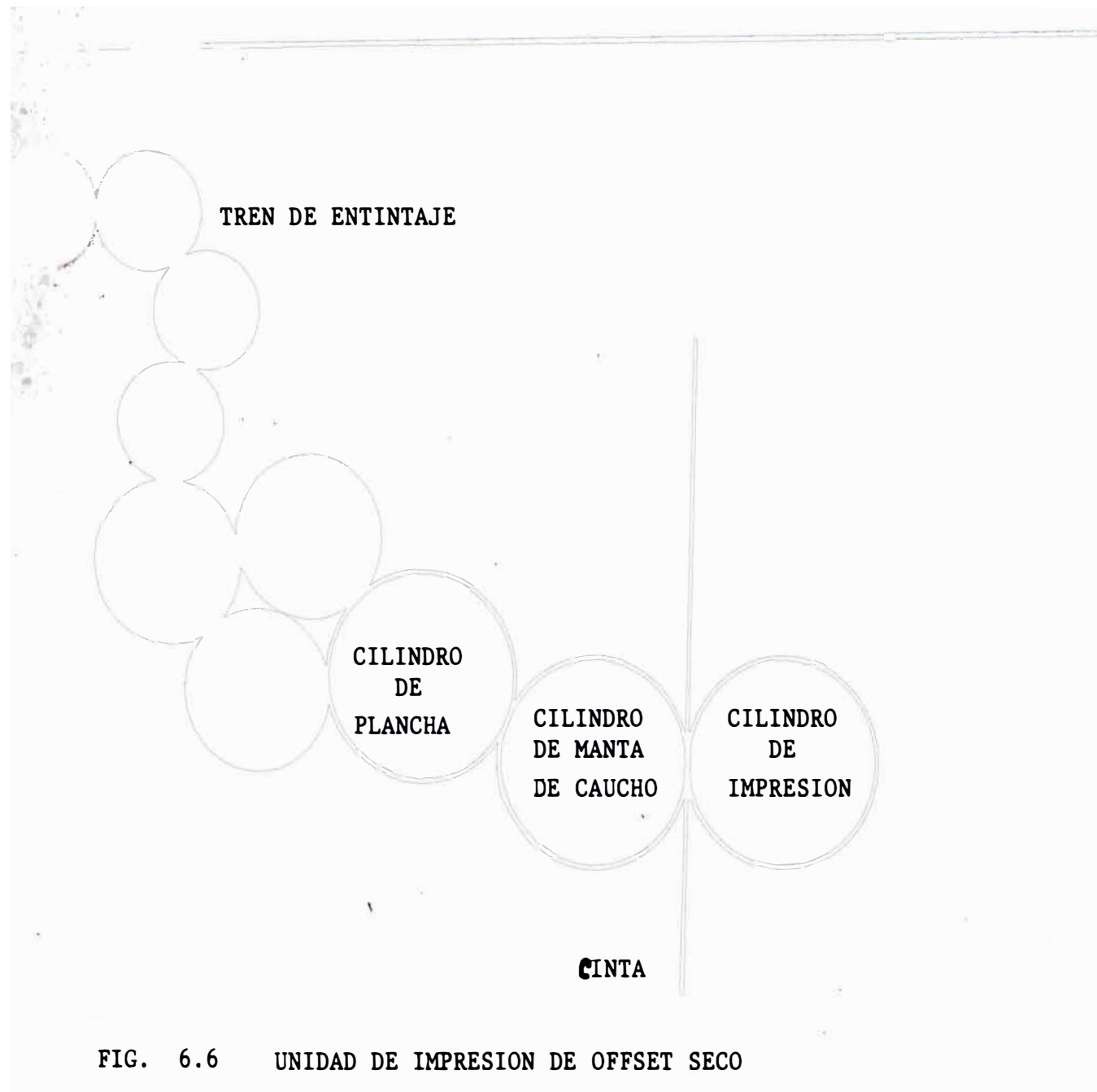


FIG. 6.6 UNIDAD DE IMPRESION DE OFFSET SECO

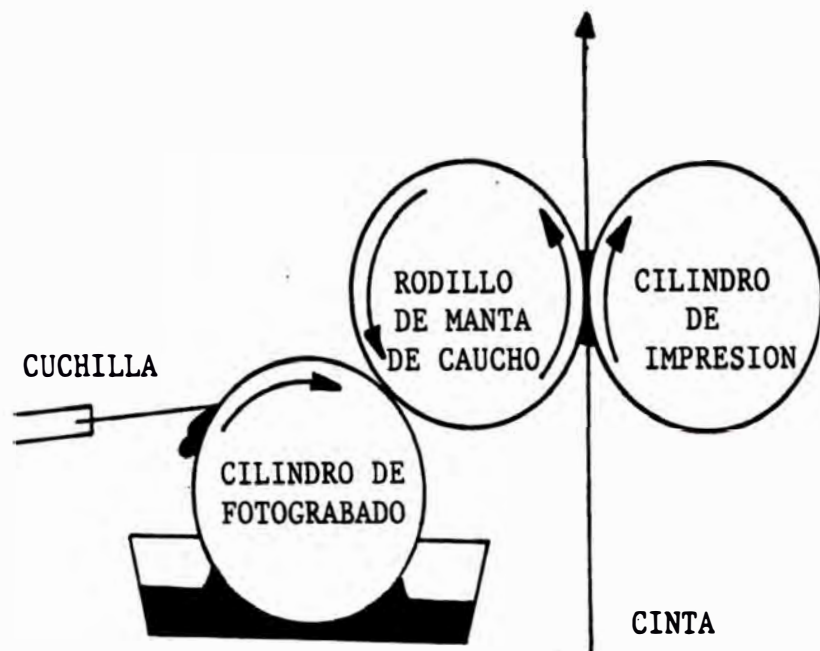


FIG. 6.7 UNIDAD DE IMPRESION POR ROTOGABADO INDIRECTO

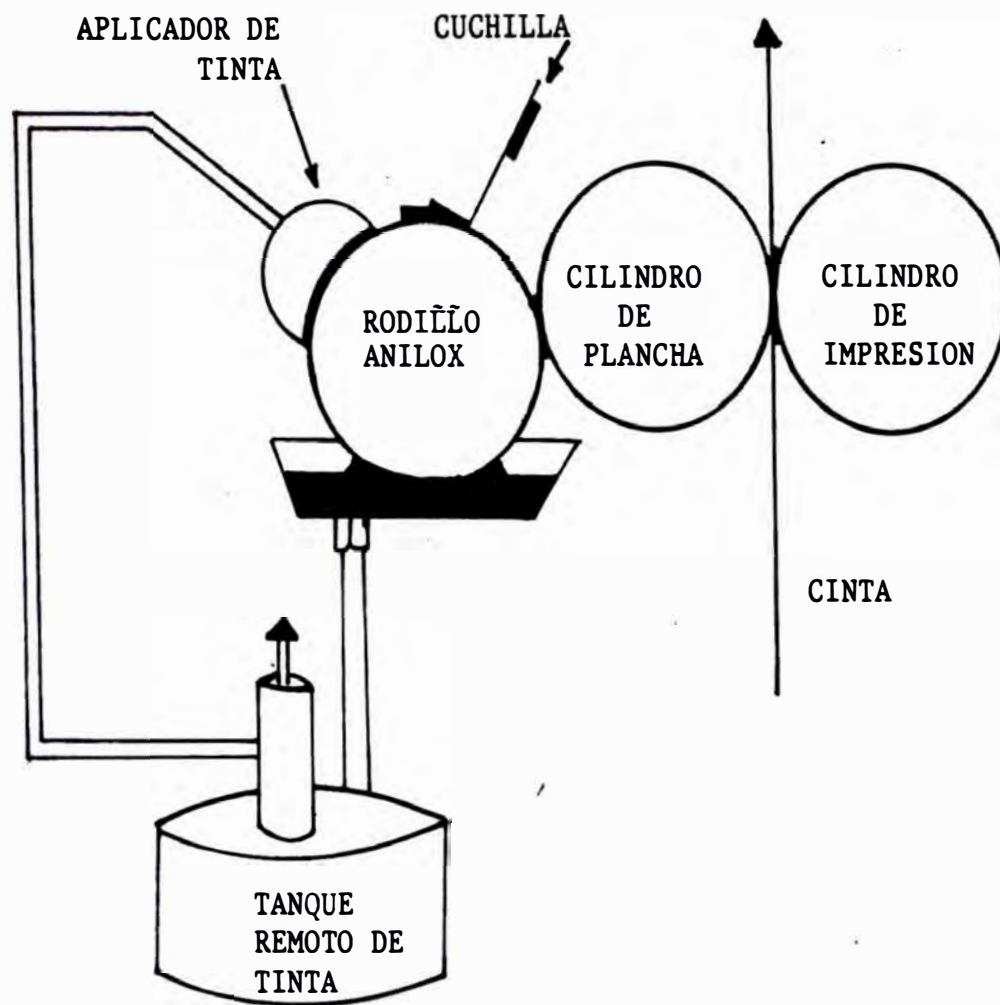


FIG. 6.8 CUCHILLA Y APLICADOR DE TINTA

CAPITULO VII

INGENIERIA DEL PROYECTO

Objetivo

El objetivo de este capítulo, es el presentar los elementos técnicos basados en las descripciones técnicas de los capítulos anteriores, bajo la forma de un modelo con sus alternativas eventuales, analizando detalladamente las diferentes secciones de producción y análisis global de las secciones auxiliares, y que, defina la información técnica suficiente para el análisis de los aspectos económicos financieros.

7.1 EL PRODUCTO

El producto a fabricar es un embalaje para 50 Kg. de azúcar, usando para ello un material que cumpla -- las características físicas y químicas que debe tener éste, a fin de satisfacer las necesidades de empaque.

Al realizar una selección de la materia prima se vió que lo más apropiado es utilizar una mezcla de - PEBD (uso pesado) con PEBD lineal.

El producto terminado deberá tener las sigtes. di mensiones, de acuerdo a las medidas standard de las - bolsas de papel dadas por el cliente:

Largo = 34 3/4 pulgada

Ancho = 23 3/4 pulgada

Espesor = 7 milésimas de pulgada.

Peso de bolsa = 200 grs.

Refuerzo

El refuerzo será colocado en el extremo superior de la bolsa con el fin de aumentar la resistencia al cosido del PE., sinodo de las sigtes. medidas:

Largo = 2 1/2 pulgadas.

Ancho = 25 3/4 pulgadas.

Espesor = 3 milésimas de pulgada.

Dentro de las características generales del producto a fabricar se encuentra el sistema de envasado de éste, para lo cual haremos una descripción del sistema de envasado actual, o sea, utilizando bolsas de papel y ver así mismo de que forma influye la sustitución del material (sacos Heavy Duty) en dicho envasado.

Envasado actual del azúcar

El azúcar seco proveniente de la zaranda caerá a un gusano que lo conducirá a un juego de 6 tolvas, nu meradas de tal manera que el azúcar proveniente de la cristalización y formación del grano caerán a tolvas separadas en razón a ligeras variaciones de color exis

tentes, pudiendo suministrar de esta manera un producto standard en cuanto a color y también a tamaño de grano, si es que no hubo descuido durante la cristalización.

Esto se irá haciendo pasar por las 6 bocas de las tolvas y cada una de éstas descargará en una compuerta especial donde se fijan los sacos de tocuyo, yute, papel, polietileno en los que se envasa el azúcar, sacos que a su vez descazarán sobre una balanza, fijándose el peso deseado; luego se transporta hacia una máquina eléctrica de cerrar sacos, los cuales una vez cosidos don llevados al almacén o depósito para su posterior despacho de comercio.

Envasado propuesto.

De acuerdo al diseño propuesto de la bolsa concluimos en que no va a existir ningún cambio en el sistema usual de envasado significando esto que no hay ninguna modificación en el equipo existente en la planta.

Similitud de Envases propuestos

La bolsa de polietileno H.D. propuesto es similar técnicamente a la bolsa usual de papel, básicamente en:

- Ambas bolsas van a contener la misma cantidad de producto.
- Las condiciones ambientales no influyen sobre el producto envasado en el nuevo empaque.
- El manipuleo de las bolsas es manual y muy práctico.

tico.

- En la bolsa de polietileno sí podremos apreciar la apariencia del producto envasado (color, granulometría) mientras que en las de papel el estado del producto se descubre únicamente cuando se abre o rompe la bolsa.
- La bolsa de polietileno una vez utilizada en su fin principal, ésta se le puede dar múltiples usos por su calidad y propiedades de gran resistencia, servirá para transportar: cereales, verduras, frutas, etc., mientras que en bolsa de papel, servirá una vez más para empacar productos en pequeña cantidad.

7.2 PROGRAMA DE PRODUCCION

Como se trata de un proyecto de introducción cubriremos únicamente el 38 % de la demanda proyectada para el año 1,987, para ésta fecha de puesta en marcha será con una producción de 4'704,480 bolsas/año - para luego subir esta producción de acuerdo a la aceptabilidad que tenga en el mercado y luego llegar a su capacidad máxima de producción de acuerdo al mercado.

La planta a instalar operará en 3 turnos por día de 8 horas cada turno y durante 330 días al año para la sección de extrusión y 1 turno por día para las demás secciones, considerando que el resto del tiempo - sea para efectuar mantenimiento y reparación de equi-po y maquinarias.

El resumen se dá en el Cuadro N° 7.1.

Cuadro N° 7.1 PROGRAMA DE PRODUCCION 1986- 1989

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION (bolsas/año)</u>
1986	4' 600, 500
1987	4' 630, 338
1988	4' 658, 374
1989	4' 684, 807

7.3 PROCESO DE PRODUCCION

El proceso de producción para la fabricación de sacos industriales contempla operación fundamental como:

- Sistema de extrusión
- Sistema de impresión
- Sistema de sellado.

Los cuales son descritos en capítulos aparte, da da la importancia de éstas.

7.4 CAPACIDAD INSTALADA

Luego de haber realizado un balance de línea (A-nexo 3) en términos de flujo o carga de materiales e - insumos que nos permitió detectar la capacidad requerida en cada sección, se llegó a la conclusión de que la planta anexa a una planta de envases flexibles cubrirá el 38 % de la demanda proyectada para el año -- 1,987, haciendo un total de 4'704,480 bolsas/año, pa-

ra luego subir ésta producción de acuerdo a la accepta
bilidad que tenga en el mercado y luego llegar a su -
capacidad máxima de producción.

7.5 SELECCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

El tamaño industrial de nuestra planta, desde el punto de vista tecnológico, va a ser estimado teniendo en cuenta fundamentalmente las características tec
nológicas de plantas industriales similares, evitando así diseñar tamaños arbitrarios de instalaciones que en el mercado tienen tamaños standarizados.

Desde este punto de vista pasamos a la selección -
de nuestra maquinaria de acuerdo a cada sección.

Sección Extrusión

1 Co-extrusor marca : SANO MACHINE (New Jersey)
USA o similar, tipo o modelo: 2 Tornillos.

	<u>1</u>	<u>2</u>
Diámetro del tornillo	65 mm	90 mm
Motor principal KW	25	15
Min.y Max. RPM (tornillo)	20 - 90	20 - 70
Diámetro del cabezal	250	
Abertura de labios : adentro(1.0mm);afuera(1.3mm)		
Ventilador de enfriamiento de manga :	1 Kw.	
Calefacción del cabezal :	7.00 Kw	
Velocidad mínima y máxima :	0 - 20 mt./min	
Equipo de tratamiento Marca :	PILLAR CORPORA TION (USA).	
Potencia:	1.5 Kw.	

Sección Flexografía

Marca de Máquina : SHIBAURA (Japonesa) o similar.

Anchura Max. de impresión : 610 mm.

Velocidad : 130 mt/min.

Grupo de impresión : 4 colores

Dimensiones máximas: Largo : 8 mts.
Ancho : 3 mts.
Alto : 3.5 mts.

Potencia eléctrica instalada: 50 Kw.

Consumo aproximado : 40 Kw/hr.

Tensión : 220/380 v

Frecuencia : 60 Hz.

Sección Selladora

A.- Selladora de fondo

Marca de máquina : HECE (Brasileña) o similar.

Largo útil de máquina: 700 mm.

Tamaño mínimo de saco: 40 x 40 mm.

Tamaño máximo de saco: 1150 x 700 mm.
(puede ser mayor).

Espesor mín. para sellado de fondo: 0.06 mm.

Espesor máx. para sellado de fondo: 0.40 mm.

Espesor máx. para sellado lateral : 0.12 mm.

Velocidad máxima : 200 golpes/min.

Producción máxima : 40 mt/min.

Diámetro máximo de bobina : 1000 mm.

Potencia instalada

Motor principal :	2 HP
Motor desbobinador:	0.5 HP
Consumo eléctrico :	7 Kw
Voltaje de entrada:	220/380 v.

Dimensiones y peso

Area ocupada :	6,430 x 1,300 mm.
Peso aproximado:	2,200 Kg.

B.- Selladora de refuerzo

Marca de máquina :	Nacional
Tipo :	Manual
Velocidad :	14 golpes/min.

7.6 REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

En este rubro determinaremos, tanto los materiales, como la cantidad de cada uno de ellos que satisfaga el programa de producción, para el año de puesta en marcha indicando cantidades, calidades, disponibilidad, origen y precios.

A.- Materiales directos

	<u>Cantidad/año</u>	<u>Precio</u>
- Resina de PE :	792,000 Kg.	1.15 \$/Kg
- Tinta :	2,376 Kg.	8.00 \$/Kg
- Solvente (IPA) :	3,564 Kg.	0.73 \$/Kg

B.- Materiales indirectos

- Repuestos de equipo y maquinaria	11,040 \$
- Lubricantes	3,680 \$

C.- Fuentes de abastecimiento

<u>Materia prima</u>	<u>Proveedor</u>
- Resina de PE.	Down Chemical, Ato Chemie, Union Carbide, Aecithene.
- Tinta	DISSA, Cromox, Vencedor
- Solvente	PETROPERU.

7.7 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS

<u>Concepto</u>	<u>Precio</u>
Agua	0.25 \$/m ³ .
Electricidad	0.03 \$/Kw-hr.

7.8 REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

A.- Mano de obra directa

Se entiende a aquella mano de obra que participa en la fabricación de los productos y que elabora directamente el producto por turno de trabajo.

<u>Sección</u>	<u>Personal</u>
Extrusión	1 maquinista, 1 ayudante
Impresión	1 maquinista, 1 ayudante
Sellado	1 maquinista, 1 ayudante
Selladora de refuerzo	7 operarios.

B.- Mano de obra indirecta

Se entiende a aquella mano de obra que no participa directamente en la fabricación del producto, pero si está a nivel de supervisión y apoyo.

1 Ing. jefe de producción

1 Supervisor

1 Mecánico - eléctrico

1 Laboratorista.

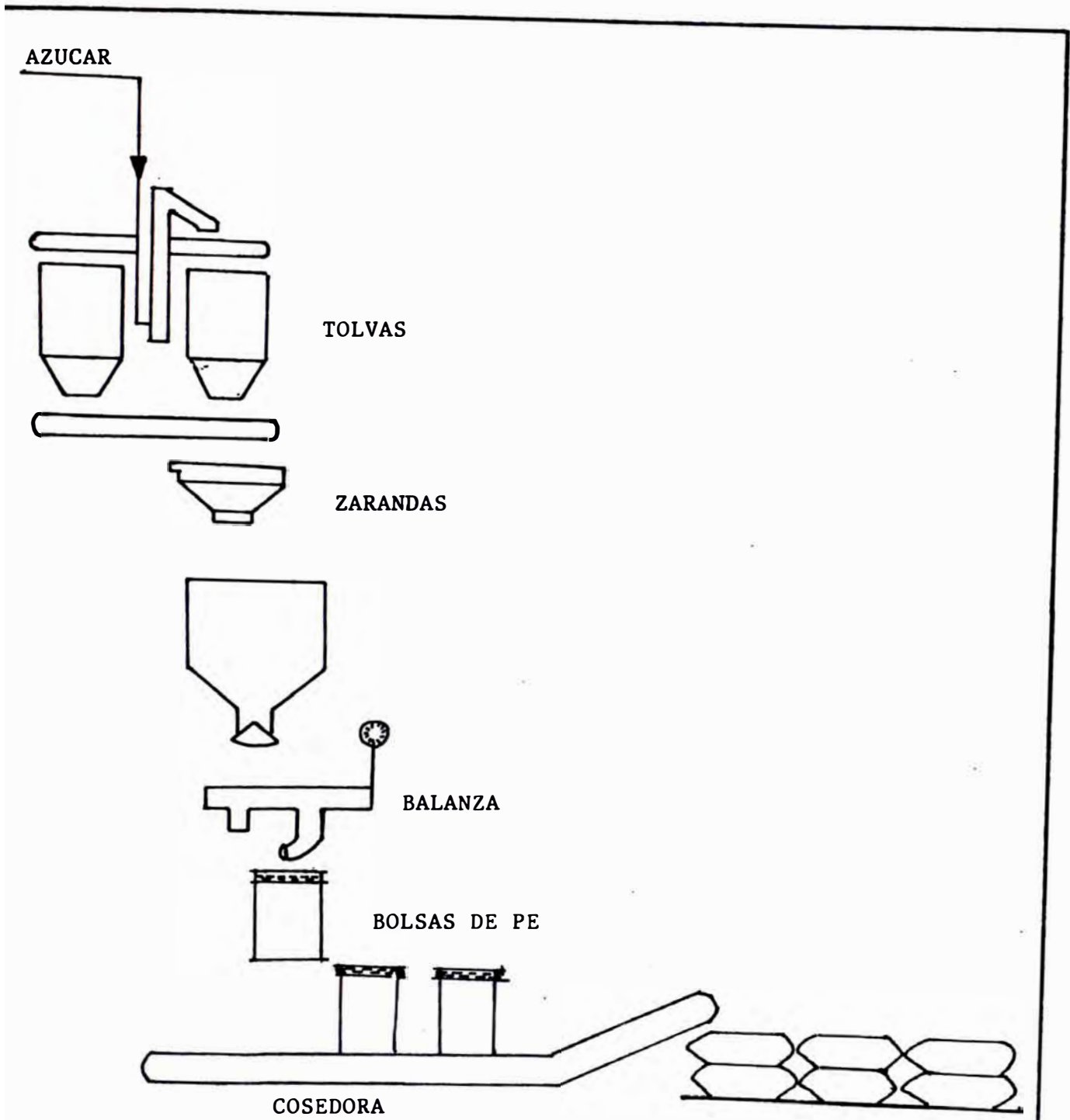


FIG. 7.1 SISTEMA DE ENVASADO ACTUAL

CAPITULO VIII

DETERMINACION DE LA INVERSION Y COSTO

UNITARIO DEL ENVASE PROPUESTO

8.1 ESTADISTICAS Y MERCADO

El objetivo del presente estudio es realizar un diagnóstico de la situación azucarera actual del país, y analizar las características del mercado de consumo a fin de identificar la demanda existente actual, así como la demanda futura.

Una vez identificada la demanda nos permitirá -- calcular el número de bolsas requeridas para embalar la cantidad de azúcar que se ha determinado y con ello podremos saber que porcentaje del mercado vamos a cubrir en base a la capacidad de producción de nuestras maquinarias.

Como se trata de un proyecto de introducción, el mercado a captar va a ser mínimo, considerando que el resto de la demanda puede ser cubierto por otras compañías de envases flexibles.

8.1.1 ANLISIS DE LA DEMANDA

La demanda nacional del azúcar es atendida por la producción nacional y las importaciones. A continuación nos referiremos a su consumo, adoptando el criterio de que será igual a la demanda aparente - existente, los datos se dan en el Cuadro N° 8.1.

CUADRO N° 8.1 CONSUMO NACIONAL DEL AZUCAR A NIVEL NACIONAL (Miles T.M.)

AÑO	DEMANDA DE AZUCAR
1,970	380.860
1,971	416.473
1,972	458.090
1,973	484.084
1,974	523.767
1,975	551.636
1,976	574.301
1,977	542.181
1,978	546.418
1,979	548.879

Fuente: Central de Cooperativas Agrarias de Producción Azucarera del Perú Ltda.
No 69 (Anuario 1,970 - 1,979).

8.1.2 PROYECCION DE LA DEMANDA INTERNA

APARENTE A NIVEL NACIONAL

Para realizar la proyección de la demanda aparente de azúcar, se tomará como base las series estadísticas de consumo (Cuadro N° 8.1) en el período 1970 - 1979 y los indicadores económicos: población, PBI y costo de vida también en el período 1970 - 1979; los cuales se dan en el Cuadro N° 8.2.

CUADRO N° 8.2 CUADRO DE ESTADISTICAS ECONOMICAS DEL PERU (Indicadores Economicos)

	POBLACION	PBI	COSTO DE VIDA
1970	13' 683,100	240,666	5.62
1971	14' 107,300	253,014	7.67
1972	14' 223,900	267,782	4.31
1973	14' 628,300	284,384	13.76
1974	15' 043,600	303,879	19.15
1975	15' 470,000	314,029	24.01
1976	15' 907,900	323,559	44.68
1977	16' 357,500	319,729	32.44
1978	16' 819,200	313,895	73.68
1979	17' 293,100		
1980	17' 779,500		

Fuente: Banco Central de Reserva/INE/Exposiciones del Ministerio de Economía y Finanzas/BID.

A continuación haremos una proyección de los indicadores económicos con el tiempo para encontrar el valor de estos en el período 1979 - 1989 usando para ello modelos de regresión lineal, logarítmico y exponencial, y calculando para cada caso: A, B, r, r^2 , donde se escogerá el modelo óptimo, aquel que corresponde a un mayor coeficiente determinante r^2 .

B = Coeficiente de regresión

A = Término constante

r = Coeficiente de correlación

r^2 = Coeficiente determinante

A.- ANALISIS POBLACION Vs. TIEMPO

	MODELO LINEAL	MOD.LOGARITMICO	MOD. EXPONENCIAL
ECUACION	$Y = A + Bx$	$Y = A + B \ln x$	$Y = A e^{Bx}$
A :	13'101,192.73	12'876,565.77	13'244,456.76
B :	412,125.45	1'695,272.24	0.0264
r :	0.9961	0.9205	0.9980
r^2 :	0.9922	0.8473	0.9960

MODELO OPTIMO : EXPONENCIAL

Los datos proyectados se encuentran en Cuadro
Nº 8.3.

B.- ANALISIS PBI Vs. TIEMPO

	MODELO LINEAL	MOD. LOGARITMICO	MOD. EXPONENCIAL
A :	238,360.22	230,256.87	240,318.58
B :	10571	43,847.66	0.0374
r :	0.9353	0.9694	0.9322
r ² :	0.8748	0.9397	0.8689

MODELO OPTIMO : LOGARITMICO.

Los datos proyectados se encuentran en el Cuadro N° 8.3

C.- ANALISIS COSTO DE VIDA Vs. TIEMPO

	MODELO LINEAL	MOD. LOGARITMICO	MOD. EXPONENCIAL
A :	-11.426	-8.9067	3.2708
B :	7.2923	23.8622	0.3308
r :	0.8845	0.7602	0.9408
r ² :	0.7823	0.5779	0.8851

MODELO OPTIMO : EXPONENCIAL

Los datos proyectados se dan en el Cuadro N° 8.3

CUADRO N° 8.3 DATOS PROYECTADOS PARA LOS INDICADORES
ECONOMICOS

AÑO	POBLACION	PBI	COSTO DE VIDA
1979		327,714.72	89.48
1980		331,667.15	124.57
1981	18'184,996.57	335,275.44	173.43
1982	18'671,812.59	338,594.75	241.56
1983	19'171,660.77	341,667.94	336.159
1984	19'684,889.99	344,529.02	468.006
1985	20'211,858.45	347,205.38	651.564
1986	20'752,933.97	349,719.43	907.117
1987	21'308'494.2	352,089.74	1,262.901
1988	21'878,926.86	354,331.86	1,758.22
1989	22'464,630.14	356,458.96	2,447.82
1990	23'066,012.8		

Una vez proyectados los indicadores económicos - para el período 1979 - 1989 pasamos a proyectar nuestra demanda para dicho período usando los indicadores económicos proyectados y escogiendo finalmente aquel - que corresponde un mayor coeficiente determinante.

ANALISIS DEMANDA Vs. POBLACION

	MODELO LINEAL	MOD. LOGARITMICO	MOD. EXPONENCIAL
A :	-185,291.21	-11'141,183.45	118,045.6
B :	0.0448	703,834.039	9.3885
r :	0.8435	0.8591	0.8359
r ² :	0.7114	0.7381	0.6987

MODELO OPTIMO : LOGARITMICO

ANALISIS DEMANDA Vs. PRI

	MODELO LINEAL	MOD. LOGARITMICO	MOD. EXPONENCIAL
AA :	-98,906.6	-6'813,809.02	140,527.53
B :	2.0414	581,214.67	4.2973
r :	0.9848	0.9882	0.9812
r ² :	0.9698	0.9765	0.9627

MODELO OPTIMO : LOGARITMICO

ANALISIS DEMANDA Vs. COSTO DE VIDA

	MODELO LINEAL	MOD. LOGARITMICO	MOD. EXPONENCIAL
A :	456,484.93	344,283.28	453,051.78
B :	1,479.16	52,834.18	0.0031
r :	0.6700	0.8512	0.6574
r ² :	0.4489	0.7245	0.4322

MODELO OPTIMO : LOGARITMICO

Analizando la variación de la demanda con cada -
indicador económico vemos que se observa un mayor coe
ficiente determinante para la variación de la demanda
con el PBI, por lo tanto éste será nuestro parámetro
de variación para nuestra demanda.

Los datos proyectados se dan en el Cuadro N° 8.4

CUADRO N° 8.4 DEMANDA PROYECTADA DE ACUERDO
AL PBI, PARA EL PERIODO 1980

AÑO	DEMANDA (Miles TM.)
1980	574,526
1981	580,814
1982	586,540
1983	591,791
1984	596,639
1985	601,136
1986	605,329
1987	609,255
1988	612,944
1989	616,422

8.2 EVALUACION ECONOMICA

8.2.1 INVERSION FIJA

A.- Terreno : 1,200 m² a I/800/m² = I/960,000
6 \$ 68,571

A.1. Construcción : 500 m² a I/1000/m² = I/500,000
6 \$ 35,714

B.- Equipo y Maquinaria

B.2. Costo de Maquinaria y Equipo Nacional

<u>Concepto</u>	<u>Costo \$</u>
2 Selladoras de refuerzo..	\$ <u>3,000</u>
TOTAL EQUIPO NACIONAL	\$ 3,000

TOTAL COSTO DE EQUIPO Y MAQ. \$ 368,000

B.3. - Servicios de Ingeniería:

10 % de Costo de equipo y Maq. \$ 36,800

- Costo de Instalación:

20 % de Costo de equipo y maq. \$ 73,600

- Costo de Instrumentación:

8 % de Costo de equipo y maq. \$ 29,400.

TOTAL DE COSTO DE PLANTA ... \$ 507,840

- Imprevistos:

5 % de lo anterior \$ 25,392

TOTAL \$ 533,232

RESUMEN DE INVERSION FIJA

- Terreno \$ 68,571

- Construcción \$ 35,714

- Equipo y maquinaria \$ 533,232

TOTAL .. \$ 637,517

Beneficios Sociales:

60 % de planilla	I/	52,140
			<hr/>
TOTAL DE MANO DE OBRA INDIRECTA		I/	139,040
	6	\$	9,931.4

B.2. Materiales indirectos: Costo Anual

Respuestos de equipo y maquinaria:

3 % de costo de equipo y maq. \$ 11,040

Lubricantes:

1 % de costo de equipo y maq. \$ 3,680

TOTAL DE MATERIALES INDIRECTOS \$ 14,720

B.3. Servicios y Suministros

<u>Concepto</u>	<u>Cant. año</u>	<u>Precio</u>	<u>Costo Anual</u>
Agua	5,000 m ³	0.25 \$/m ³	1,250
Electricidad	906,840 kw	0.03 \$/Kwhr	27,205.2
			<hr/>
TOTAL DE SERVICIOS Y SUMINISTROS		\$	28,455.2

B.4. DEPRECIACION

<u>Concepto</u>	<u>Inversión</u>	<u>Vida útil</u>	<u>Valor Anual</u>
Equipo y maq.	368,000	20 años	18,400
			<hr/>
TOTAL DEPRECIACIONES		\$	18,400

B.5. Seguros: Valor Anual

Se considerará un 1 % de la inversión fija:

Seguros (601,803)x 0.01 \$ 6,018.03

RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS

Mano de obra indirecta	\$ 9,931.4/año
Materiales indirectos	\$ 14,720 "
Servicios y suministros	\$ 28,455.2 "
Depreciaciones	\$ 18,400 "
Seguros	\$ 6,018.03 "
<hr/>	
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	\$ 77,524.63/año

RESUMEN DE PRESUPUESTO DE EGRESOS

Costos directos	\$ 953,623.72/año
Costos indirectos	\$ 77,524.63/año
<hr/>	
TOTAL EGRESOS	\$ 1,031,148.35/año

8.2.3 CAPITAL DE OPERACION

Se considerará 1/12 del presupuesto de egresos como capital de operación.

CAPITAL DE OPERACION \$ 85,929.03/año

8.2.4 INVERSION TOTAL

INV. TOTAL = INVERSION FIJA + CAP. DE OPERACION

= 637,517 + 85,929.03

INV. TOTAL = \$ 723,446.03

8.2.5 COSTO UNITARIO DE PRODUCCION (C.U.P.)

$$\text{C.U.P.} = \frac{\text{TOTAL EGRESOS}}{\text{PRODUCCION}}$$

$$\text{C.U.P.} = \frac{1'031,148.35}{4'630,338}$$

$$\text{C.U.P.} = 0.2227 \text{ \$/bolsa.}$$

8.2.6 PRECIO UNITARIO DE VENTA (P.U.V.)

Para determinar el P.U.V., se considerará un adicional del 27.5 % sobre el C.U.P., luego:

$$\text{P.U.V.} = 1.275 (0.2227)$$

$$\text{P.U.V.} = 0.284 \text{ \$/bolsa.}$$

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES DE LOS

PROVEEDORES



duperial

GRUPO PLASTICOS - PASEO COLON 285 - Tel. 30-2011 - BUENOS AIRES

POL ETILENO ALKATHENE

HOJA INFORMATIVA N° 6

“ALKATHENE” GR 03/33

POLIMERO PARA USOS ESPECIALES

Debido a su muy alto peso molecular, este polímero posee propiedades mecánicas del más alto nivel y por eso se recomienda para aplicaciones especiales en que éstas pueden ser explotadas al máximo. El "Alkathene" GR 03/33 se usa en la extrusión de film grueso para bolsas industriales y usos en el agro y la construcción y el soplado de envases para productos muy activos.

Como consecuencia de su alta viscosidad en la forma fundida, es imprescindible que sean determinadas con esmero las condiciones de proceso adecuadas.

PROPIEDADES BASICAS

Propiedad	Unidades	Valores Típicos
Indice de fusión (1)	—	0,3
Densidad (a 23° C.) (2)	g/cm. ³	0,923
Resistencia a la tracción (3)	kg/cm. ²	155
Esfuerzo de fluencia (3)	kg/cm. ²	120
Elongación a la ruptura (3)	%	650
Resistencia al impacto (4)	kg/cm.	1,67
Resistencia a la fractura (4)	%	70
Módulo de rigidez (5)	kg/cm. ²	1.900
Resistencia a resquebrajamiento (6)	horas	30
Punto de ablandamiento (7)	°C.	98

- (1) - I. R. A. M. 13.315, B. S. 2782 parte 1°, A. S. T. M. D 1238-57 T.
- (2) - Método A. S. T. M. D 1505 T. probeta acondicionada desde 140° a 80° C. en 20 minutos.
- (3) - I. R. A. M. 13.316, Método B. S. 903 parte A 2. velocidad 18 pulgadas/minuto.
- (4) - Método del Centro de Servicio Técnico de "Duperial" utilizando el equipo "Dynstal".
- (5) - Módulo de elasticidad en flexión, Método del Centro de Servicio Técnico de "Duperial".
- (6) - Resquebrajamiento - "Environmental Stress Cracking", Método de ensayo A. S. T. M. D 1693-59 T.
- (7) - Método "Vicat" (temperatura para una penetración establecida).

CONDICIONES DE PROCESO

Moldeo por Soplado.

Como guía en el proceso de este polímero, damos más abajo las temperaturas óptimas de la masa fundida, determinadas con nuestro equipo que incorpora una extrusora de 60 mm.

Temperatura mínima para una superficie brillante: 140° C.
Temperatura para la mejor apariencia: 190° C.

Temp. que consideramos la más apropiada: 165° C.

Un gradiente adecuado será:

Cilindro: 140/155/160° C.

Cabezal: 170/170° C. (para una extrusora con tres zonas de calefacción y dos en el cabezal).

A temperaturas bajas de proceso se obtiene una superficie mate que se considera atractiva en botellas

POLI-TILENO

ALKATHENE®

HOJA INFORMATIVA N° 13

“ALKATHENE” FD 07/52

POLIMERO PARA FILM DE ALTA RESISTENCIA

El "Alkathene" FD 07/52 es un polímero que está diseñado para la producción de film con un espesor entre 25 y 100 micrones, con una resistencia al impacto muy elevada. El film de este material posee también buenas propiedades ópticas, de modo que es muy indicado para la confección de bolsas para comestibles pesados vendidos en los supermercados. Una ventaja importante es que este film retiene su buena resistencia aun a temperaturas bajo cero, lo que lo hace apropiado para el envasamiento de productos congelados. Es además recomendado para la producción de films termocontraíbles.

PROPIEDADES BASICAS

Propiedad	Unidades	Valores Típicos
Indice de fusión (1)	—	0,7
Densidad (a 23° C.) (2)	g/cm ³	0,923
Resistencia a la tracción (3)	kg/cm ²	140
Esfuerzo de fluencia (3)	kg/cm ²	120
Elongación a la ruptura (3)	%	600
Resistencia al impacto (4)	kg/cm	1,64
Resistencia a la fractura (4)	%	65
Módulo de rigidez (5)	kg/cm ²	1.800
Resistencia a resquebrajamiento (6)	horas	3,5
Punto de ablandamiento (7)	° C.	97

(1) - I. R. A. M. 13.315, B. S. 2782 parte 1°, A. S. T. M. D 1238-57 T.

(2) - Método A. S. T. M. D 1505 T. probeta acondicionada desde 140° o 80° C. en 20 minutos.

(3) - I. R. A. M. 13.316, Método B. S. 903 parte A 2. velocidad 18 pulgadas/minuto.

(4) - Método del Centro de Servicio Técnico de "Duperial" utilizando el equipo "Dynstat".

(5) - Módulo de elasticidad en flexión, Método del Centro de Servicio Técnico de "Duperial".

(6) - Resquebrajamiento - "Environmental Stress Cracking", Método de ensayo A. S. T. M. D 1693-59 T.

(7) - Método "Vicat" (temperatura para una penetración establecida).

CONDICIONES DE PROCESO

Para lograr las propiedades físicas típicas de este material hay que elegir las condiciones de proceso de acuerdo con la guía siguiente:

Temperatura de la masa fundida entre 160° y 190° C.

Gradiente típico:

Cilindro: 145/160/170° C.

Cabezal: 170/175° C.

Relación de soplado: 2 a 3 : 1.

Línea de enfriamiento: 20 a 40 cm. (sobre el cabezal).

Mallas: 1 x 100 con 2 x 40.

El film hecho con este polímero puede ser tratado con los procesos normales para mejorar la

hesión de tintas. También es de fácil sellado con máquinas de soldar de diseño común.

El Centro de Servicio Técnico y Desarrollo de Plásticos, cuyos profesionales están a vuestra disposición, es el más especializado en su género en América Latina. Les sugerimos uti-

lizar las facilidades y los técnicos del mismo, que gustosamente los asesorarán respecto a materiales, grados y condiciones óptimas de procesamiento.

Toda la información está dada de buena fe, pero sin garantía. No debe asumirse libertad de uso de patentes. El transformador será responsable de su aplicación en cada caso.

duperial
S.A.I.C.

Centro de Servicio Técnico
San Pedro y Mariano Moreno - Sarandí - (Altura Av. Mitre 3300)
Tel. 207 - 4861/69 - 4686

S U C U R S A I E S

CORDOBA
Sarmiento 264 - Tel. 29162

BAHIA BLANCA
Av. Colón 225 - Tel. 25335

MENDOZA
Cnel. Plaza 150 - Tel. 17361

RESISTENCIA
C. Pellegrini 148 - Tel. 2493

ROSARIO
Moreno 1224 - Tel. 40078

TUCUMAN
Rondeau 825 - Tel. 12227

ANEXO 2

TINTAS FLEXOGRAFICAS

INTRODUCCION

Una buena impresión requiere de un buen desarrollo y uso de la tinta. El impresor se interesa por la calidad del color, el brillo y costo, debiéndose tomar en consideración lo siguiente:

- Relación tinta - solvente
- Conversión del material impreso a un empaque o a otra forma empleada por el consumidor.
- Usos y exposición del material impreso.

Las tintas para impresión flexográfica no son -- claramente definidas como lo son las tintas para roto grabado en términos de formulaciones, la mayoría de los tipos son desarrollados dependiendo del uso que se le va a dar.

COMPOSICION DE UNA TINTA

- Materia colorante 12 - 25 %
- Formador de película - Resinas 15 á 20 %.

- Solventes 40 - 60 %
- Aditivos 3 - 5 %
- Plastificantes 0.5 %

A.- MATERIA COLORANTE

Se tiene a los pigmentos y colorantes. Las tintas flexográficas a base de pigmentos son preparadas usando una técnica de molienda que generalmente contiene:

- 10 - 15 % de pigmento orgánico
- 20 - 30 % de pigmento inorgánico.

Los pigmentos orgánicos poseen mayor poder tintóreo, mientras que los inorgánicos presentan una gran fluidez a la tinta.

B.- FORMADOR DE PELICULA - RESINA

Tiene por objeto el formar la película en el sustrato. Se pueden usar:

- Resinas Nitrocelulosas
- Resinas Poliamidas
- Resinas Caucho clorado
- Resinas Acrílicas.

También se usan resinas para mejorar la viscosidad. Estas no forman película:

- Resinas maleicas
- Resinas pentaerifntol
- Hidrocarburos alifáticos
- Gomas shellac reemplazado por maleica.

etc.

- Bloqueo y resistencia al calor: amidas de ácidos grasos.
- Fluidez: tenemos las siliconas.
- Tenso - actividad: para que el pigmento logre humectarse con el vehículo; tenemos la lecitina; disminuye el tiempo de molienda.
- Antiespumante: mejora la mezcla de pigmentos.
- Untuosidad: mejora la adherencia.

E.- PLASTIFICANTES

Le dan suavidad, flexibilidad para el manipuleo entre ellos tenemos:

- Esteres: DOP Di-octil - ftalato
DBP Di-butil - ftalato
- Aceites: aceite de castor (Hercolyn)
- Resinas alquídicas no secantes.

PREPARACION DE UNA TINTA

La tinta se prepara de acuerdo al agente colorante que se utilice, como:

- Colorante
- Pigmento.

Si se hace uso de colorante se necesita de una simple dispersión en el vehículo adecuado.

Si la tinta se prepara con pigmento se requiere de técnicas especiales para su elaboración:

- Molienda, permite romper el enlace de coherencia entre el pigmento y el vehículo; una buena molienda -

esta definida en la escala de Mayer 2 micras a 5 micras de acuerdo al tipo de pigmento se dará un número adecuado de pases por la máquina (molino de bolas) cuidando de que éste debe ser el óptimo.

TIPOS DE TINTAS

A.- De acuerdo al Sistema de Impresión que se elija

- Tintas para huecograbado.- no hay restricción con el tipo de solventes.
- Tintas para flexografía.- se elige la resina de tal manera que no se haga uso de toluol -- (mayor de 5 %) y acetato (mayor de 5 %).
- Tintas para offset.- tintas cargadas, alta -- viscosidad.

B.- De acuerdo a la Composición Química

- Tintas Nitrocelulósicas, presentan película rígida, no adhieren al papel y aluminio.
- Tintas poliamidas, buena adherencia al polietileno, no resisten al calor.
- Tintas de caucho clorado, se caracterizan por presentar buena resistencia a los productos químicos: alcalis, grasas, ácidos; sus disolventes son los hidrocarburos aromáticos.
- Tintas nitromaleicas, presentan buena adherencia en papel cromopel (papel bastante liso y suave debido a un excelente calandreado) ofrece buena resistencia al calor.

- Tintas poliamidas-nitro, resistente a los detergentes, a los álcalis.
- Tintas acrílicas, son flexibles, no resisten al calor y tienen buena resistencia a las grasas.

ELECCION DE UNA TINTA

De acuerdo al tipo de sustrato se elije el vehículo:

- Polietileno : tintas poliamidas, acrílicas.
- P.V.C. : caucho clorado.
- Foil de Aluminio: nitro celulósicas, nitro-colofónica.
- Celofán : nitro maleicas, poliamidas - nitro-acrílicas.
- Polipropileno : poliamida, poliamida-nitro.
- Papel : nitromaleicas.

REDUCTORES

Se refiere a los solventes apropiados para cada tipo de tinta.

Para el tipo de tinta flexográfica podemos clasificar de acuerdo a la siguiente tabla.

		Tasa de evaporación
* Alcoholes	Etanol	1.7
	isopropílico	1.7
	propanol	1.1
	butanol	0.45

		Tasa de evaporación
x Aromáticos	Toluol	2.0
	Xilol	0.6
x Cetonas	Acetona	11.6
	MEK	5.8
	MIBK	1.6
x Esteres	Acetato de etilo	5.5
	Acetato de isopropilo	4.6
	Acetato de cellosolve	0.21
x Glicol-eteres	Cellosolve	0.30
	Butil-cellosolve	0.10

METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LAS TINTAS FLEXOGRAFICAS

1.- TOTAL DE SOLIDOS

Es el porcentaje de sólidos que contiene -- una tinta.

$$\text{Contenido de sólidos} = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra húmeda}}$$

2.- VISCOSIDAD

a 25 °C

En copa Zahn N° 2 ó 3.

El rango máximo de la copa N° 3 debe ser al rededor de 150 segundos, si las lecturas son más altas que aquel, la tinta debe ser reducida con un solvente apropiado y luego medida.

3.- DENSIDAD

a 25 °C

100 ml se llenan en un cilindro o vaso con pico graduado y se determinará el peso de los contenidos.

$$D = \frac{\text{Peso en gramos}}{100}$$

4.- BRILLO

Por inspección visual.

5.- TASA DE SECADO

Es revisada tomando ligeramente un "drawdown" o "sollont" de la tinta standard y la de prueba hasta que una de las 2 películas de tinta esté bien seca.

6.- FUERZA DE LA TINTA

Se demuestra por:

6.1. Aplicando por barra (bordowns) por grado y "rollonts" para tintas flexo sobre un sustrato apropiado, siempre comparándolas contra una tinta standard. Esto puede ser hecho ya sea con tintas reducidas o no reducidas, previniendo que ambas tintas esten a la misma viscosidad.

6.2. Un blanqueamiento de ambas tintas, standard, y de prueba, y realizando "rollonts" y "drawdowns" como se indica arriba, el blanqueamiento es una indicación

más exacta que el drawdown directo y usualmente ambos son realizados.

7.- ADHESION

La resistencia de la película a la remoción de su sustrato es una medida de su adhesión.

8.- RESISTENCIA AL BLOQUEO

Es la medida de la resistencia de la tinta al reblandecimiento bajo calor y presión, y luego la auto adherencia a sí misma o al lado no impreso del sustrato.

9.- COLOR

El color es comparado contra una tinta standard haciendo un "drawdown" o "rollont" de la tinta standard y de prueba sobre el sustrato apropiado PEBD heavy duty. Esto puede ser hecho ya sea con tinta -- tal como ha sido recibida o reducida a la viscosidad de la prueba.

10.- DESLIZAMIENTO (Coeficiente de fricción)

Es una medida de la facilidad con la cual las superficies impresas se deslizan sobre unas a otras y es importante prevenir o minimizar el daño a tales superficies por abrasión.

11.- RESISTENCIA AL FROTAMIENTO

Prueba realizada bajo la presión moderada del dedo a una superficie de tinta a través de un -- cuadrado de papel o tela blanca y se observará la can tidad de color transferido.

12.- RESISTENCIA AL DECOLORAMIENTO

Las tintas expuestas en paquetes al medio ambiente requieren resistencia al decoloramiento de las tintas.

13.- OLOR

El empaque impreso es revisado por olores los cuales pueden afectar el sabor u olor del producto empaquetado.

14.- RESISTENCIA AL CALOR

Para este tipo de tinta no es necesario - cumpla con la resistencia al calor.

15.- RESISTENCIA AL PRODUCTO

Esta prueba determina los efectos del producto tales como aceites minerales, productos cosméticos y cualquier otra prueba especificada como grasas, margarinas, ácidos lácteos.

ANEXO 3

BALANCE DE LINEA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA

A.- Sección extrusores

Velocidad de máquina = 10 mts/min.

$$\frac{10 \text{ mts}}{\text{min.}} \times \frac{1 \text{ bob.}}{5000\text{mt}} \times \frac{990 \text{ Kg}}{1 \text{ bob}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hr.}} = 118.8 \text{ Kg/hr.}$$

B.- Sección Flexografía

Velocidad de máquina = 70 mts/min.

$$70 \frac{\text{mts}}{\text{min.}} \times \frac{1 \text{ bob.}}{5000\text{mt}} \times \frac{990 \text{ Kg}}{1 \text{ bob}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hr.}} = 831.6 \text{ Kg/hr.}$$

C.- Sección Selladora (sello de fondo)

Velocidad de máquina = 28 golpes/min.

$$28 \frac{\text{bolsas}}{\text{min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hr.}} \times \frac{0.2 \text{ Kg}}{1 \text{ bolsa}} = 336 \text{ Kg/hr.}$$

D.- Sección Selladora (sello de refuerzo)

Velocidad = 14 bolsas/min.

$$14 \frac{\text{bolsas}}{\text{min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hr.}} \times \frac{0.2 \text{ Kg}}{1 \text{ bolsa}} = 168 \text{ Kg/hr.}$$

Haciendo un análisis de las cuatro secciones, ve mos que la de menor capacidad es la sección de extru- sores por lo tanto ésta será la limitante para fijar nuestra capacidad de producción.

$$118.8 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hr.}}{1 \text{ día}} \times \frac{330 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 940,896 \text{ Kg/año}$$

Pasando esta cantidad a bolsas/año tenemos:

$$940,896 \frac{\text{Kg}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ bolsa}}{0.2 \text{ Kg.}} = 4,704,480 \text{ bolsas/año}$$

Sabiendo que la producción para 1,987 es de= 12,185,100 bolsas/año tenemos.

$$\frac{4,704,480 \text{ bolsas/año}}{12,185,100 \text{ bolsas/año}} = 38 \%$$

Es decir cubriremos el 38 % de la demanda para dicho año.

BIBLIOGRAFIA

TEXTOS, HANBOOKS

- 1.- Kuehne, Guenther : "Envases y embalajes de plástico"
Editorial Gili, Barcelona, 1976.
- 2.- Bayer, Erich M.: "Química de las materias plásti--
cas", Editorial Científico Medica, Barcelona.
1965.
- 3.- Oberbach, Karl : "Plásticos", Editorial Americalee.
Argentina, 1978.
- 4.- Briston, J.H.: "Plastics Films", George Godwin in a
sociation with The Plastics and Rubber Institute.
- 5.- Throne, James L.: "Plastics Process engineering",
Omoco Chemical Corporation.
- 6.- Perry, J.: "Manual del Ingeniero Químico", Editorial
Mc Graw Hill, New York, 1963.
- 7.- Spencer-Meade: "Manual del azúcar de caña", Monaner
y Simon S.A., Barcelona.
- 8.- Asociación Técnica Flexográfica: "Flexografía - Prin
cipios y Prácticas" 3ra. Edición.
- 9.- Naciones Unidas: "Manual de Proyectos de Desarrollo
Económico" Mexico, 1982.

REVISTAS, CATALOGOS, CURSOS

- 10.- Federación de Ingenieros Químicos del Perú: "Princi
pios y Técnicas de Polimerización" (Curso) 1979.
- 11.- Industrias Químicas Argentinas-Duperial: "Boletines
Técnicos del Polietileno" (Nº 1 á 8, 12). Bue-

nos Aires.

- 12.- Folisur; "Polietileno de Baja Densidad Lineal", Ar
gentina.
- 13.- Revista; "Paper, Film & Foil Converter", November
1983.
- 14.- Revista: "Plásticos Modernos", Número 277, Julio.
1979.
- 15.- Central de Cooperativas Agrarias de Producción A-
zucareras del Perú Ltda N° 69 (Anuario --
1970 - 1979).
- 16.- Modern Plastics Encyclopedia, 1978 - 1979.

APENDICE N° 2

RESISTENCIA DEL 'ALKATHENE' A LA ACCION QUIMICA DE ACIDOS Y BASES

Reactivo	Tiempo y Temperatura	Aumento en peso %	Pérdida de resistencia a la tracción %	Pérdida de elongación a la ruptura %	Observaciones
Soda cáustica 30% ..	3 meses a 20°C	0.1	Ninguna	Ninguna	Ningún cambio.
Acido crómico 25% ..	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido cítrico (conc.)	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido fórmico	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido clorhídrico 36%	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido láctico	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido nítrico 25% ..	" " " "	0.1	"	"	El 'Alkathene' amarillento.
Acido nítrico 50% ..	" " " "	0.3	"	"	El 'Alkathene' amarillento.
Acido nítrico 80% ..	" " " "	1.9	10	40	El 'Alkathene' amarillento.
Acido nítrico 95% ..	" " " "	6.9	20	75	El 'Alkathene' amarillento, ampollado, huele a ácido
Acido fosfórico 98%	" " " "	0.1	Ninguna	Ninguna	Ningún cambio.
Acido sulfúrico 25%	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido sulfúrico 50%	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido sulfúrico 80%	" " " "	0.1	"	"	Acido color marrón. La super- ficie del 'Alkathene' marrón.

Reactivo	Tiempo y Temperatura	Aumento en peso %	Pérdida de Resistencia a la tracción %	Pérdida de elongación a la ruptura %	Observaciones
Acido nítrico 50%	1 mes a 40°C	1.9	30	55	El 'Alkathene' amarillento y frágil, se quiebra al doblarlo
Acido nítrico 25%	1 mes a 60°C	0.5	5	10	La superficie del 'Alkathene' levemente amarilla.
Acido nítrico 50%	" " " "	7.5	50	70	El 'Alkathene' amarillento y frágil, se quiebra al doblarlo, ampollado, huele a ácido.
Acido nítrico 80%	1 semana a 60°C	17.5	90	100	El 'Alkathene' amarillento se desintegra al doblarlo.
Acido sulfúrico 25%	1 mes a 60°C	0.1	Ninguna	Ninguna	Ningún cambio.
Acido sulfúrico 50%	" " " "	0.1	"	"	" "
Acido sulfúrico 80%	" " " "	0.1	"	"	El ácido con coloración marrón intensa. La superficie del 'Alkathene' marrón.
Acido clorhídrico 36%	1 mes a 60°C	0.1	Ninguna	Ninguna	Ningún cambio.
Acido fosfórico 98%	" " " "	0.1	"	"	Acido levemente marrón. El 'Alkathene' no es afectado.