

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE UNA PLANTA
DE BENZOATO DE DIPROPILENGLICOL
EN MEXICO.

277

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

FRANCISCO LOPEZ SERRANO RAMOS

México, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Tesis
AÑO 1976
FECHA
PROC. H 272



Jurado asignado original-
mente según el tema.

PRESIDENTE: DR. JOSE LUIS MATEOS GOMEZ

VOCAL: INC. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA

SRIO.: QUIM. SANTOS SOBERON SALGUEIRO

1er.SUPL.:DR ENRICO MARTINEZ SAENZ

2do. SUPL.:ING. ALFONSO FRANYUTTI A.

Sitio donde se desarrolló el tema: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

Nombre del sustentante: FRANCISCO LOPEZ SERRANO RAMOS

Nombre del asesor del tema: QUIM. SANTOS SOBERON SALGUEIRO

Quiero agradecer

al Sr. Lic. Francisco López Serrano
a la Sra. Profa. Ma. Elena Ramos de López Serrano
al Sr. Dr. José Luis Mateos Gómez
al Sr. Ing. Juan Antonio Bargas
al Sr. Ing. Ignacio Barragán de Palacio
al Sr. Ing. Santos Soberón Salgueiro

la gran ayuda siempre
desinteresada para que éste trabajo se llevara a cabo.

Asi como al equipo que a lo largo de mi vida me
ha rodeado para lograr mis objetivos.

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE UNA PLANTA
DE BENZOATO DE DIPROPILENGLICOL EN MEXICO

I N D I C E

<u>CAPITULO I INTRODUCCION</u>	<u>PAG</u>
A) PANORAMA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA	1
B) HISTORIA	3
C) DEFINICION	3
D) CARACTERISTICAS DEL PLASTIFICANTE	5
E) TIPOS DE PLASTIFICANTES	9
 <u>CAPITULO II DESCRIPCION DEL PRODUCTO</u>	
A) PLASTIFICANTE DE ALTA SOLVATACION	13
B) PROPIEDADES FISICAS	20
C) PROPIEDADES ELECTRICAS	21
D) ESTUDIO SOBRE LA TOXICIDAD	23
E) PROPIEDADES QUIMICAS	24
 <u>CAPITULO III USOS Y SUCEDANEOS</u>	
A) INTRODUCCION	26
B) EL BDPG EN PISOS VINILICOS	27
C) COMPARACION DEL BDPG CON EL DBP Y EL BBP EN EMULSIONES DE PVACO (DE TIPO ADHESIVO)	34
D) EL BDPG EN ELASTOMEROS URETANICOS FUNDIDOS	47
E) EL BDPG EN ADHESIVOS DE RESINAS SINTETICAS	49
F) APLICACION DEL BDPG EN PLASTISOLES DE PVC	54
G) EFECTO DEL AGUA EN COMPUESTOS VINILICOS	56

CAPITULO IV ESTUDIO DE MERCADO

A) CONSUMO	59
B) IMPORTACIONES	69
C) EXPORTACIONES	70
D) DETERMINACION DE LAS AREAS DE CONSUMO	70
E) PROYECCION DE LA DEMANDA	71
F) DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE DISEÑO	73
G) ESTRATEGIA DEL MERCADO	74

CAPITULO V DISCUSION DEL PROCESO DE FABRICACION

A) DESCRIPCION	76
B) MANUAL DE OPERACION	77
C) TIEMPOS EN LA OPERACION	78
D) CONSUMOS	79
E) ESPECIFICACIONES PRINCIPALES DEL EQUIPO	81
F) METODOS DE ANALISIS	86

CAPITULO VI BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

A) BALANCE DE MATERIA	88
B) BALANCE DE ENERGIA	93

CAPITULO VII LOCALIZACION DE LA PLANTA

A) LOCALIZACION	97
B) FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA LA LOCALIZACION DE UNA PLANTA	97

CAPITULO VIII ANALISIS ECONOMICO

A) EVALUACION ECONOMICA DEL ESTUDIO	101
B) DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA	108
C) MODELO DE RESULTADOS	110
D) PUNTO DE EQUILIBRIO	111
E) FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO (DCF)	113
F) RIESGO DEL PROYECTO	115

	<u>PAG</u>
<u>CAPITULO IX CONSIDERACION FINAL</u>	
A) RESUMEN	118
B) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
<u>CAPITULO X BIBLIOGRAFIA</u>	121

CAPITULO I

INTRODUCCION

- A) PANORAMA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA
- B) HISTORIA
- C) DEFINICION
- D) CARACTERISTICAS DEL PLASTIFICANTE
- E) TIPOS DE PLASTIFICANTES

A) PANORAMA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

Dentro del sector industrial nacional, ha venido destacando en las últimas décadas el sector de industria química y dentro de éste sector el de la industria petroquímica.

El desenvolvimiento de éste sector ha sido posible, debido al dinámico desarrollo económico que la nación ha sostenido, también a que nuestro país posee los recursos de materia prima que son la base principal de la existencia del sector petroquímico.

El amplio desarrollo logrado a partir del 24 de Agosto de 1959, en que se estableció el primer reglamento de la ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, en el ramo de la petroquímica, a la fecha es manifestado a través de los 322 permisos petroquímicos que el Gobierno Federal ha otorgado a 122 empresas privadas. (ref. 1)

El sector petroquímico, tanto público como privado, ha instalado modernas y eficientes instalaciones que permitieron lograr en el año de 1974, una producción de 4.5 millones de toneladas de productos petroquímicos básicos y secundarios.

No obstante el dinámico crecimiento que se ha logrado mantener en éste sector del orden del 15% anual en volúmen, se ha observado que éste no ha sido suficiente, dado que nuestro país ha tenido necesidad de realizar importaciones de magnitud de petroquímicos básicos, así como la de un buen número de los comprendidos dentro de la petroquímica secundaria.

El desarrollo que hemos tenido ha ubicado a México en lugar preponderante dentro de las naciones del tercer mundo como productor de petroquímicos, y su avance se ha caracterizado por la variedad de productos y el grado de integración logrado en el sector.

Está claro que las reservas petroleras de nuestro país, y la perspectiva de incorporar nuevas zonas a la producción, ofrecen la seguridad para llevar a cabo programas ambiciosos de expansión e integración

de la industria petroquímica, necesarios para apoyar la creciente demanda de productos por parte de las distintas ramas industriales.

Por lo antes expuesto, el motivo de ésta tesis es ayudar en la medida de sus posibilidades al desarrollo de México, creando nuevas fuentes de trabajo para producir productos que antes importábamos.

B) HISTORIA

El primer plástico comercial fué el Nitrato de Celulosa, el cual no era manejable en su estado primitivo. Se descubrió que el alcanfor transformaba al producto en un material que podía -- ser moldeado. Así fué como se descubrió el primer plastificante.

Ya que los compuestos de Nitrato de Celulosa son inflamables no pasó mucho tiempo sin que se produjera el Acetato de Celulosa. Desafortunadamente para los fabricantes originales, pero afortunadamente para la industria termoplástica, se descubrió que el alcanfor no funcionaba como plastificante para el acetato de celulosa. Pronto se encontró que los ésteres de alto punto de ebullición eran alternativas efectivas. (ref. 2)

Cuando entraron los vinílicos, en 1933 el Dr. Waldo L. Semon de B. F. Goodrich encontró que el PVC podía ser plastificado con ésteres de alto punto de ebullición. Afortunadamente la industria no paró ahí, y cada año se encuentran nuevos materiales. Actualmente hay cientos de productos usados como plastificantes para el PVC, cada uno por alguna razón específica, diferentes costos ó propiedad especial. (ref. 3)

C) DEFINICION

Los plastificantes son líquidos de alto punto de ebullición ó sólidos de bajos pesos moleculares, los cuales modifican las propiedades físicas y de proceso. Según Bayer, un plastificante es un material que cuando se añade a un polímero, abate la acumulación de fuerzas intermoleculares a lo largo de la cadena. La reducción de las fuerzas intermoleculares ó de Van der Waals y Tg (temperatura de transición de cristalización) por la introducción del plastificante incrementa la flexibilidad, suavidad y elongación. Se mejora la temperatura mínima de flexibilidad, pero se abate el esfuerzo a la tensión. También se reducen la temperatura de proceso y la viscosidad de fundido. (ref. 4)

Se supone que los plastificantes con parámetros de solubilidad, polaridad y uniones de hidrógeno similares a los del PVC, tendrán una buena compatibilidad, tanto como poder solvatante. Cuando las fuerzas de atracción tanto del plastificante como del polímero, son mayores para ellos mismos que para con el otro, no habrá compatibilidad ó será muy pequeña. Los plastificantes mas recomendados para el PVC son: Esteres, fosfatos y epoxidados. La glicerina y el etilén glicol son incompatibles, debido a su elevada polaridad; el aceite mineral y el polietileno de bajo peso molecular son incompatibles, debido a su baja polaridad. Estos últimos exudan, por lo que se usan como lubricantes en rolados, extrusiones, etc.

Los ésteres producidos por alcoholes de cadenas cortas, generalmente tienen poder solvatante más grande para el PVC, debido a la proporción de grupos polares contra los no-polares. En los ésteres de alcoholes de cadenas mas largas, tales como el dioctil ftalato, el grupo no-polar del éster tiene una gran influencia y contribuye a una gran reducción en las fuerzas polares entre las cadenas del polímero. Esto resulta en una reducción de Tg, produciendo una flexibilidad a baja temperatura. También debido a elevados pesos moleculares, la volatilidad decrece. Los ésteres de baja polaridad y de cadenas rectas, producen mayor suavidad y la reducción de la Tg puede ser una medida de la eficiencia del plastificante. (ref. 2)

Basandonos en la compatibilidad ó poder solvatante con el PVC, los plastificantes pueden ser divididos en dos clases:

Plastificantes primarios. Tienen la propiedad de solvatar al PVC con una gran compatibilidad, aproximadamente 150 PCR (partes por cien partes de resina). Pueden usarse solos.

Plastificantes secundarios. Tanto su compatibilidad como poder de solvatación están limitados, y por lo tanto no pueden usarse solos. El nivel del plastificante secundario a incorporar, depende del tipo y cantidad del plastificante primario presente.

La clasificación primarios y secundarios es arbitraria, no existe una línea divisoria definida. Los plastificantes secundarios pueden añadirse para impartir propiedades especiales tales como flexibilidad a baja temperatura, resistencia a la flama, propiedades eléctricas ó reducción del costo.

Otra clasificación de los plastificantes se basa en su peso molecular.

Plastificantes monoméricos. Generalmente consisten en mono-, di-, y triésteres producidos con anhídridos ó ácidos, tales como ftálico, adípico, azeláico, sebácico, cítrico, benzoíco, etc., con alcoholes monohidroxílicos. Su peso molecular es generalmente inferior a 500.

Plastificantes poliméricos. Se producen con ácidos difuncionales y alcoholes, para producir cadenas largas. Generalmente resultan de los ácidos: adípico, azeláico, sebácico y del propilén ó butilén glicol. Su peso molecular va de 500 a 2000. La eficiencia de los poliméricos es pobre, sin embargo en volatilidad y en resistencia a la migración, son superiores a los monoméricos. Los plastificantes de aceite de soya epoxidado son intermedios en peso molecular, por lo que pueden considerarse tanto monoméricos como poliméricos. (ref. 3)

D) CARACTERISTICAS DEL PLASTIFICANTE

Eficiencia.-

El nivel de plastificante requerido para producir una determinada dureza, flexibilidad ó módulo, son a menudo una medida de la eficiencia. Los plastificantes monoméricos de alcoholes de 6 a 8 carbonos, generalmente producen la mayor eficiencia.

Baja temperatura.-

La flexibilidad a baja temperatura de la composición de PVC es una función de Tg de la resina y del plastificante. Los plastificantes de baja polaridad tienen una Tg baja y contribuyen mayor

mente a la flexibilidad a baja temperatura. Los alifáticos tales como los adipatos, azelatos y sebacatos son mejores pero muy costosos. Los ésteres de cadenas lineales son mejores que los de cadenas ramificadas.

Velocidad de flujo.-

El PVC debe ser calentado para ser solvatado por el plastificante. El poder solvatante puede ser determinado por la velocidad de flujo a una temperatura dada, ó a la temperatura mínima a la que el flujo ocurre. Este valor es usado como una medida del requerimiento del tiempo de proceso. Las velocidades mas altas se obtienen con plastificantes tales como DBP, BBP y los fosfatos.

Permanencia y migración.-

La pérdida del plastificante puede deberse a la evaporación, migración ó extracción. La volatilidad se incrementa con la presión de vapor del plastificante y decrece con el aumento de la compatibilidad. Los plastificantes de elevados pesos moleculares son mas permanentes (menos volátiles). Los ésteres de cadenas rectas son ligeramente superiores a los de cadenas ramificadas.

La migración y la extracción se incrementan con la solubilidad del plastificante al medio que extrae, y decrece con la compatibilidad del plastificante con la composición de PVC. Los medios que extraen generalmente son: agua, soluciones de jabón, gasolina, aceite mineral, poliestireno, etc. La permanencia debe ser determinada por la pérdida en peso después de la exposición a la extracción en un tiempo y temperatura fijados.

COMPATIBILIDAD

La ausencia de la exudación con el tiempo, debe ser una medida de la compatibilidad. Mezclas de plastificantes primarios y secundarios, se evalúan para conocer niveles máximos de tolerancia.

ESTABILIDAD AL CALOR (OXIDACION)

Además de la baja volatilidad, se requieren plastificantes resistentes a la degradación para aplicaciones a temperaturas elevadas. La oxidación es el principal factor que contribuye a la degradación a temperaturas elevadas. El resultado es pérdida de flexibilidad, exudación, decoloración, olor y pérdida de las propiedades eléctricas. Los ésteres de cadenas ramificadas son menos estables que los de cadenas rectas. La introducción de pequeñas concentraciones de antioxidantes tales como el bisfenol A, reducen grandemente la oxidación.

ESTABILIDAD ULTRAVIOLETA

Pérdida de flexibilidad, decoloración y la exudación resultan de la degradación por la luz ultravioleta. Los ésteres de cadenas rectas son superiores a los de cadenas ramificadas. Se ha encontrado que la presencia de oxígeno acelera la degradación ultravioleta.

PROPIEDADES ELECTRICAS

Además de las propiedades que hemos descrito, el plastificante deberá tener buenas propiedades eléctricas, para usos en aislantes. Los plastificantes de alta polaridad generalmente son los mejores, posiblemente debido a su habilidad por sujetar los puntos polares de la cadena polimérica. Se producen algunos plastificantes de grado eléctrico, los cuales contienen bajos niveles de impurezas iónicas.

MANCHADO

Losas, manteles y otros productos vinílicos están sujetos al manchado debido a la absorción de ciertos materiales que generalmente se encuentran en el hogar por ejemplo: nicotina, lápiz labial, grasa, aceite, sartenes, pigmentos, plásticos, comida, etc.... Si la substancia es soluble en la composición plas

tificada, se penetrará y manchará.

La resistencia al manchado se obtiene a bajos niveles de plastificación. Las láminas rígidas son casi completamente resistentes al manchado. Debido a la amplia gama de productos que manchan, ningún plastificante puede ser considerado superior. Generalmente se obtienen los mejores resultados con composiciones de alta compatibilidad resina-plastificante. Esto produce una fuerte asociación entre la resina y el plastificante dando como resultado una resistencia óptima a la solvatación de sustancias que manchan. Los plastificantes recomendables son el benzil butil ftalato, dietilén glicol dibenzoato y el dipropilén glicol dibenzoato.

EMPAÑAMIENTO

En días calientes cuando los cristales del auto están empañados es porque el plastificante se evaporó y luego se condensó, ésto es peligroso ya que disminuye la visibilidad.

Los plastificantes de baja volatilidad producen los mejores resultados ej. poliméricos, epoxidados y ftalatos de cadenas largas.

RESISTENCIA A LA FLAMA

El PVC es auto-extinguible; sin embargo se requiere la adición de un plastificante (flamable) para impartir flexibilidad, lo que compromete esta propiedad. Las composiciones de mas de un 25% de plastificante no son auto extingüibles. En composiciones superiores a ésta deberán hacerse combinaciones con plastificantes no-flamables como los fosfatos ó hidrocarburos clorados. La resistencia a la flama también puede ser mejorada, incorporando ciertos aditivos como el óxido de antimonio.

TOXICIDAD

Los componentes en las mezclas de PVC usados para empaquetar comestibles, han sido regulados en los Estados Unidos por la U. S., FDA Food Additives Law (1958)

E) TIPOS DE PLASTIFICANTESFtalatos.-

Se producen del anhídrido ftálico y alcoholes que comprenden desde el dimetil hasta el ditridecil. Estos plastificantes representan por mucho tiempo la clase mas grande. Los ésteres de cadena mas corta ej. el dietil y dibutil, tienen excelente poder de solvatación, pero tienen elevada volatilidad y propiedades de " temperatura baja ", pobres. Los ésteres de cadena mediana ej. DOP, poseen óptimas propiedades de eficiencia y poder solvatante y mas ó menos buenas propiedades de " baja temperatura" y volatilidad. Los ésteres de cadenas más largas como el DIDP y el DTDP, tienen reducida eficiencia y poder de solvatación, sin embargo su volatilidad es baja.

El DOP y el DIDP predominan en volúmen, pero hay una tendencia hacia el uso de ésteres de cadena recta debido a su mejor balance de propiedades.

Fosfatos.-

Son ésteres orgánicos producidos del ácido fosfórico. El tricrecil fosfato fué uno de los primeros plastificantes usados en el PVC, sin embargo ha sido grandemente reemplazado por sus pobres propiedades a " baja temperatura". Los fosfatos alifáticos como el tri (2 etil hexil) fosfato, muestran propiedades superiores a "baja temperatura" y superan a los ftalatos.

Los fosfatos imparten resistencia a la flama, y tienen buen poder solvante y compatibilidad. Las desventajas son: pobre flexibilidad a "baja temperatura", baja estabilidad al calor y a la luz, además de su alto costo.

De baja temperatura.-

Los ésteres adípicos, azelaicos y sebáicos, imparten flexibilidad a "baja temperatura" al PVC, debido a la baja polaridad de una estructura alifática. Los adipatos son los menos caros y por lo tanto cubren el mercado mas amplio.

El costo de estos plastificantes generalmente prohíbe su uso como plastificantes solos. Otras limitaciones son la volatilidad de los adipatos y la incompatibilidad de los azelatos y sebacatos.

Epoxidados.-

El aceite de soya epoxidado y los estearatos epoxidados pueden ser usados como plastificantes y estabilizadores de calor. También son efectivos como estabilizadores de la luz. La compatibilidad se mejora con niveles altos de epoxidación y bajos contenidos hidrofílicos. El aceite de soya por su elevado peso molecular tiene buena resistencia a la extracción.

TRIMELITATOS._

Se producen del anhídrido trimelítico y tienen muchas de las ventajas de tanto poliméricos como monoméricos, por ej. baja volatilidad, buenas propiedades a " baja temperatura", resistencia a la extracción, baja viscosidad y relativamente buena eficiencia. Su elevado costo los han limitado para aplicaciones específicas tales como aislamiento eléctrico, y composiciones para autos no empañantes.

Benzoatos.-

Estos productos de glicoles y ácido benzoico se usan en infinidad de aplicaciones, como pisos, donde la compatibilidad producen propiedades bajas de manchado, el poder solvatante es bueno, a un costo relativamente bajo. Ejemplos de estos materiales son el dietilén glicol-dibenzoato y el dipropilén glicol dibenzoato.

Citratos.-

Estos son plastificantes primarios con buena eficiencia.

Su uso principal es para aplicaciones alimenticias ya que fué aprobado por la FDA. Su costo elevado y su sensibilidad al agua limitan su uso.

Isoftalatos.-

La ventaja mas grande de estos plastificantes producidos a partir del ácido isoftálico, es la resistencia a la migración. Los cuales son comparables a los poliméricos. El dioctilisoftalato es el mas conocido.

Esteres del pentaeritritol.-

Excelente estabilidad al calor, baja volatilidad y propiedades eléctricas, han hecho de éstos plastificantes los mejores para usos en cables y alambres. La principal desventaja es su alto costo.

Glicolatos.-

El etil ftalil etil glicolato y el butil ftalil butil glicolato, se usan en composiciones de PVC para el empaque de alimentos

Poliesteres.-

Esta extensa clase de plastificantes de alto peso molecular se produce de ácidos dibásicos, tales como el adípico, aze-laico, y sebácico, con propilén glicol y otros glicoles. Las cadenas terminan con ácidos monofuncionales o alcoholes. Su peso molecular está generalmente entre 1000 y 7000. La volatilidad, extracción, migración son las mínimas. Las propiedades a baja temperatura son generalmente pobres y la alta viscosidad del plastificante complica el mezclado. Los poliésteres son usados comunmente con otros plastificantes.

Hidrocarburos clorados.-

Estos materiales se usan en mezclas con otros plastificantes para reducir los costos y en ciertas aplicaciones para mejorar la resistencia a la flama y las propiedades eléctricas. El nivel usado está restringido por su baja compatibilidad.

Plastificantes para vinílicos lavados en seco.-

Un sinnúmero de estos plastificantes se han desarrollado para aplicaciones textiles donde se requiere lavado en seco. - La mayoría son poliésteres de elevado peso molecular, los cuales son líquidos de alta viscosidad ó sólidos de baja fusión.- Estos plastificantes deben resistir la extracción de los solventes del lavado en seco, sin embargo los esfuerzos a la fecha - han sido despreciables ó fallidos.

Plastificante que promueven la adhesión.-

Recientemente se han desarrollado por Eastman Chemical -- Products, composiciones que mejoran la adhesión de plastisoles y organosoles a superficies metálicas. El uso de estos materiales es dirigido hacia la eliminación de la necesidad de "primers".

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

- A) PLASTIFICANTE DE ALTA SOLVATAACION
- E) PROPIEDADES FISICAS
- C) PROPIEDADES ELECTRICAS
- D) ESTUDIO SOBRE LA TOXICIDAD
- E) PROPIEDADES QUIMICAS

A) PLASTIFICANTE DE ALTA SOLVACION

En los últimos años han aparecido en el mercado un grupo de plastificantes, los cuales se han denominado " plastificantes de alta solvatación."

Estos plastificantes vinílicos se caracterizan por la rápida solvatación de la resina y menores temperaturas de fusión, comparados con los ftalatos alílicos. Aunado a éstas propiedades, se tienen mayores tolerancias de cargas, alto esfuerzo a la tensión y comprobada resistencia al manchado; esto hace a éste grupo específico para losas vinílicas, perfiles extruídos, moldes engrasados, películas, láminas, forros de papel y tela y accesorios eléctricos. (ref. 6)

Los plastificantes de alta solvatación son:

Benzoato de dipropilen glicol	(BDPG)
Butil Octil ftalato	(BOP)
Tricresil fosfato	(TCP)
Butil ciclohexil ftalato	(BCP)
Butil benzil ftalato	(BBP)

La tabla I compara las propiedades físicas de éstos plastificantes. (ref. 5)

De los plastificantes arriba mencionados el BBP es el principal competidor del BDPG. Los otros tienen desventajas tanto económicas como técnicas (a precios actuales) comparados con el BDPG.

1) Butil Ciclohexil Ftalato.-

Muestra un esfuerzo a la tensión pobre y tiene una elevadísima volatilidad, se considera además un plastificante secundario.

2) Butil Octil Ftalato.-

Como se muestra en la tabla II, es el plastificante de mas baja solvatación, notando el punto de gel de 58.8°C vs . 53.8°C del

BDPG y además características de extracción pobres.

3) Tricresil Fosfato.-

De los plastificantes del alta solvatación es el que tiene la densidad mas alta, aunado a un precio elevado. La estabilidad a la luz y al calor son los mas bajos del grupo mencionado.

4) Butil Benzil Ftalato.-

Este plastificante es considerado el competidor mas directo - del BDPG. Las siguientes comparaciones con éste producto pueden ser de interés.

Aunque los plastificantes de alta solvatación son utilizados - específicamente para bajar las temperaturas de fusión y reducir - los tiempos de operación, deben ejercer la función de un plasti - ficante primario en el sistema de la resina, es decir debe impar - tir flexibilidad permanente y un cierto grado de suavidad, las - cuales no se obtienen con la resina fundida sola.

La eficiencia del plastificante por unidad de costo es proba - blemente el mejor método para comparar plastificantes con caracte - rísticas similares. Los dos métodos más comunes para medir e - ficiencias son:

- a) Determinación del nivel de PPCR de plastificante, necesari - o para producir un módulo 100%. El módulo 100% es una medida de la fuerza ó jalón necesario para alargar dos ve - ces su longitud una sección determinada del plástico. Un módulo bajo indica una mayor eficiencia del plastificante, ya que se necesita un esfuerzo menor para flexionar al plás - tico.
- b) Determinación del nivel de PPCR del plastificante para pro - ducir una dureza determinada. Un valor de dureza bajo en la escala de Durómetro de Contorno a niveles iguales de PPCR - indica una mejor eficiencia, ya que el artículo de plástico - es mas suave.

TABLA I

PLASTIFICANTE	PESO MOLECULAR	GRAVEDAD ESPECIFICA	PUNTO DE EBULLICION A 5 mm.	VISCOSIDAD CPS	SOLUBILIDAD	
					En agua	% Agua en
BDPG	342	1.129	232	215	insoluble	.45
BBP	312	1.120	223	68	insoluble	.40
BOP		0.994	224	61	insoluble	.40
TCP	378	1.165	245	120	insoluble	.40
BCP	304	1.078	190	120	insoluble	.35
DOP	390	0.985	231	81	insoluble	.20

(ref. 5)

TABLA II

PROPIEDAD FISICA	PPCR	P L A S T I F I C A N T E					
		BDPG	BBP	BOP	TCP	BCP	DOP
Esfuerzo a la tensión	50	2900	2700	2350	2900	2500	2450
	60	2700	2300	1950	2600	2050	2000
Módulo 100 % psi	50	1675	1230	1230	1800	1410	1320
	60	1300	970	930	1280	1020	1000
Elongación máxima%	50	305	305	315	275	265	320
	60	320	330	335	295	280	340
Dureza (10 seg.)	50	79	75	76	81	76	78
	60	72	68	69	73	68	72
Temp. mínima de flexibili- dad. (15000 psi)°C (T _f)	50	+ 3°	- 4°	- 16°	+ 4°	+ 3°	- 14°
	60	- 2°	- 11°	- 25°	- 2°	- 4°	- 23°
Volatilidad de carbón % pérdida 24 Hrs.	50	2.65	3.05	3.40	0.95	5.80	1.70
	60	2.75	3.70	4.10	1.10	7.50	2.00
Extracción de agua jabono- sa % pérdida 24 Hrs.	50	0.60	1.10	1.50	0.45	0.50	0.60
	60	1.00	2.20	2.00	0.90	1.20	0.80
Extracción de heptano % pérdida 24 Hrs	50	7.40	14.00	23.00	11.50	15.50	23.00
	60	15.00	26.00	28.00	17.50	21.00	28.00
Punto de gelado en el plas- sol °C	70	53.8°	51.0°	58.8°	53.8°	51.0°	62.7°

TABLA III

PROPIEDAD FISICA	P	L A	S T	I F	I C	A N	T E
	PPCR	BDPG	BBP	BOP	TCP	BCP	DOP
Esfuerzo a la tensión psi	30	3600	3450	3200	3500	3300	3300
	40	3250	3100	2750	3250	2900	2900
Módulo 100 %	30	3160	3060	2580	3200	2990	2670
	40	2430	1960	1840	2490	2200	2000
Elongación máxima %	30	240	235	260	225	235	275
	40	280	275	295	250	250	300
Dureza	30	96	94	92	98	97	93
	40	87	85	83	90	88	85
Temp. mínima de flexibi- lidad (1500 psi)°C T _f	30	+25°	+22°	+14°	+29°	+26°	+16°
	40	+12°	+ 6°	- 3°	+15°	+12°	- 2°
Volatilidad de carbón % Pérdida 24 hrs	30	1.55	1.75	2.00	0.70	2.35	1.05
	40	2.20	2.40	2.75	0.80	4.10	1.40
Extracción de agua jabo- nosa % pérdida 24 hrs	30	<0.10	0.25	0.70	<0.10	0.10	0.20
	40	0.25	0.55	0.70	0.70	0.25	0.35
Extracción de heptano % pérdida 24 hrs.	30	0.80	1.00	7.90	1.40	3.80	8.50
	40	2.80	5.20	16.00	5.50	10.00	15.50

La tabla IV, es una comparación de eficiencia entre el BDPG y el BBP basada en un módulo 100 % dado.

Tabla IV

	BDPG	BBP
FPCR	46	39.5
Módulo 100% psi	2000	2000
Elongación máxima %	295	275
Esfuerzo a la tensión psi	3050	3100
Dureza	82	85
T _f (15,000 psi) °C	+7°	+7°
Extracción de heptano (% pérdida)	0.45	0.50
Extracción de agua jabonosa (% Pérdida)	5.5	5.0
Volatilidad de carbón (% pérdida)	2.5	2.4
Costo equivalente \$/Kg	8.51	14.57

(ref. 3,4,5)

Tabla V

	BDPG	BBP
PPCR	42	40
Dureza	85	85
Esfuerzo a la tensión	3180	3100

- a) En módulos equivalentes de ambos plastificantes se observa que las propiedades del BDPG son equivalentes o superiores al BBP. En la Tabla IV se puede notar la gran diferencia de precios entre ambos plastificantes, lo cual hace que el BDPG abata los costos grandemente.
- b) En durezas equivalentes, el BDPG es superior al BBP en las propiedades de esfuerzo a la tensión y superior también en las propiedades de permanencia. Estos puntos son de interés fundamental en aplicaciones tales como extrusión de perfiles y operaciones de moldeo.

B) PROPIEDADES FISICAS

El benzoato de dipropilen glicol es un diéster-éter simétrico y las propiedades principales son las que enumeran a continuación.
(ref. 5)

Gravedad específica	1.129
Punto de fusión °C	-40
Punto de ebullición °C	232 (5 mm. Hg)
Peso molecular (promedio)	342
Índice de refracción 25°C	1.5282
Flash Point °C (mínimo <u>co</u> pa abierta)	212
Viscosidad 20°C cps	215

Solubilidades 25°C	En agua	Insoluble
	% Aqua en	.45
	Hidrocarburos Alifáticos	Soluble
	Hidrocarburos Aromáticos	Soluble

ESPECIFICACIONES

Pureza (como éster) %	98.0
Color (APHA máximo)	100.0
Acidez (% como benzoico)	0.1
Hidroxilo (% como DPG)	1.0 %
Volátiles	0.1 %

COMPATIBILIDAD

	% DE BDPG		
	50	25	10
Cloruro de Polivinilo	C	C	C
Acetato-Cloruro de Polivinilo	C	C	C
Acetato de Polivinilo	C	C	C
Butirato de Polivinilo	C	C	C
Poliestireno	I	C	C
Acetato de Celulosa	I	I	I
Acetato de Celulosa-Butirato	C	C	C
Nitrocelulosa	C	C	C
Etil Celulosa	C	C	C
Polimetil Metracrilato	C	C	C

C = Compatible

I = Incompatible, notando cualquier turbidez

C) PROPIEDADES ELECTRICAS DEL BDPG

Día con día se incrementa el uso de materiales termoplásticos en aplicaciones eléctricas, las propiedades eléctricas de los plastificantes que pueden ser utilizados, son de suma importancia en este renglón.

Las propiedades eléctricas del plastificante generalmente se relacionan con el comportamiento eléctrico del plástico. Para la mayoría de las aplicaciones eléctricas, tales como cubiertas extrudidas vinílicas en el alambre, se buscarán altos valores en el esfuerzo dieléctrico y resistividad volumétrica, y un factor de disipación bajo.

Las siguientes definiciones nos ayudarán en la discusión de las aplicaciones eléctricas. (ref. 7)

Factor de Disipación.-

Es la medida de la pérdida de energía eléctrica (CA) en forma

de calor en el material eléctrico usado como material dieléctrico ó no-conductor. Se busca un factor de disipación bajo, debido a que minimiza no sólo la pérdida de energía sino también los efectos acumulativos de calor del material.

Constante Dieléctrica.-

De un material es la relación de la capacitancia de un capacitor en el cual el material es el dieléctrico, a la capacitancia con el vacío como dieléctrico.

Esfuerzo Dieléctrico.-

Es la medida del voltaje requerido para causar una perforación y es proporcional al espesor del material requerido para soportar un cierto voltaje.

Resistividad Volumétrica.-

Es la medida de la resistencia eléctrica interna por centímetro cúbico del material y así una medida de la consecuencia para servir como aislante.

A continuación se muestran las propiedades eléctricas de BDPG comparándolas con el DOP el cual es un buen plastificante eléctrico.

PLASTIFICANTE	CONSTANTE DIELECTRICA		RESISTIVIDAD VOLUMETRICA	ESFUERZO DIELECTRICO
	60 ciclo	1000 ciclos	Meghom-Cm	Kilovolts
BDPG	7.6	7.5	1 X 10	34
DOP	5.22	5.12	11 X 10	

El bajo valor de la resistividad volumétrica del BDPG indica que no es recomendable usarlo en formas de alambre tipo T ni TW, pero puede ser utilizado como cubiertas de una serie de enseres del tipo SPT debido a sus excelentes características de extrusión (ref. 8)

Por supuesto que existen factores mas críticos en la composición eléctrica de los materiales que las propiedades del plastificante, tales como: (ref 3)

- 1.- El uso de diferentes grados eléctricos del PVC
- 2.- Estabilizadores especiales para mejorar las propiedades eléctricas.
- 3.- La exclusión de ciertos pigmentos que son especialmente dañinos.
- 4.- La selección de cargas apropiadas.

D) ESTUDIO SOBRE LA TOXICIDAD DEL BDPG

El término DL_{50} se refiere a la cantidad de agente que dosificado durante catorce días aniquila al 50% de los especímenes estudiados, Las dosis son expresadas en gramos por Kilogramos de peso del animal.

La toxicidad crítica del BDPG puede ser considerada comparativamente al alcohol isopropílico el cual ha sido reportado como DL_{50} de 5.84 gr. por Kg.

El DL_{50} para el BDPG es de 5.66 g / Kg administrado oralmente a ratas.

Durante 90 días se alimentaron ratas con cantidades de BDPG y los resultados fueron los siguientes: (ref. 9)

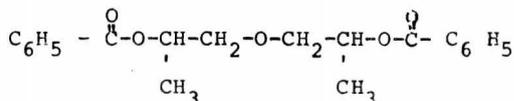
La alimentación que contenía de .5% al 1% de BDPG no produjo efectos adversos en las ratas, determinados por la apariencia, comportamiento, crecimiento, consumo de alimento, supervivencia y peso de los órganos, ni se encontraron alteraciones microscópicas.

Cuando el nivel se incrementó al 4%, éste agente produjo una notable baja de crecimiento, redujo el consumo de alimentos, y la supervivencia decreció. Sin embargo, las ratas que sobrevivieron, fueron sacrificadas y no mostraron efectos patológicos tanto macroscópicos como microscópicos.

E) PROPIEDADES QUIMICAS

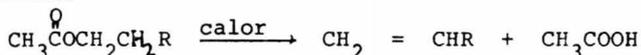
Como dijimos antes el benzoato de dipropilénglicol es un diéster - éter simétrico; a continuación se enumeran las principales reacciones tanto de los ésteres como de los éteres aunque nuestro producto no estará expuesto a éstas.

Fórmula

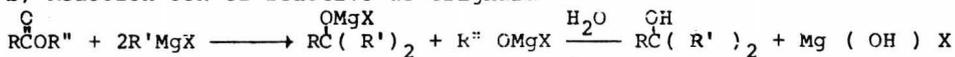


Principales reacciones de los ésteres (ref. 10, 11, 12)

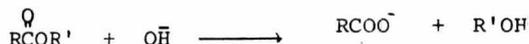
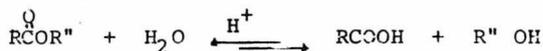
a) Pirólisis



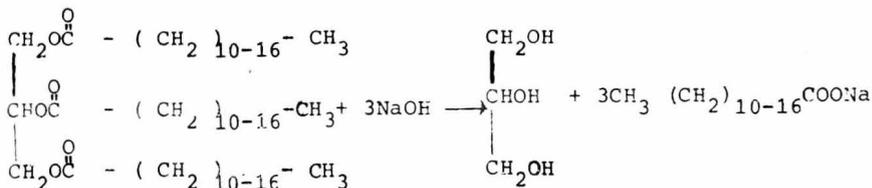
b) Reacción con el reactivo de Grignard



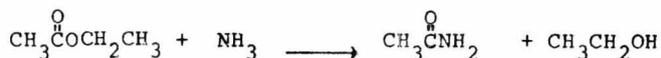
c) Hidrólisis



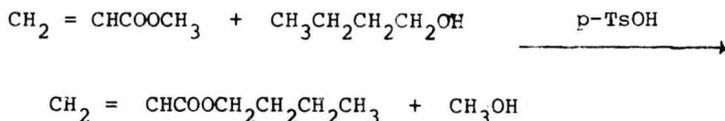
d) Saponificación



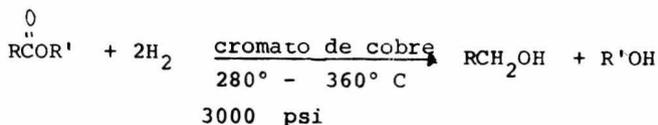
e) Aminólisis



f) Alcohólisis



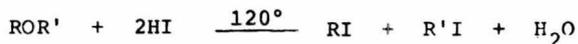
g) Hidrogenación



PRINCIPALES REACCIONES DE LOS ÉTERES

Los éteres son muy poco reactivos, no reaccionan con metales activos (el sodio se usa para secar al éter etílico), son resistentes a la reacción de álcalis y no reaccionan con agentes oxidantes fuertes ni con agentes reductores. El oxígeno básico de el éter reaccionará con un átomo ácido. Los ésteres protonados se forman en presencia de HI, HBr, H₂SO₄, etc....

a) Ruptura



CAPITULO III

USOS Y SUCEDANEOS

- A) INTRODUCCION
- B) EL BDPG EN PISOS VINILICOS
- C) COMPARACION DEL BDPG CON EL DBP Y EL BBP
EN EMULSIONES DE PVAcO (DE TIPO ADHESIVO)
- D) EL BDPG EN ELASTOMEROS URETANICOS FUNDIDOS
- E) EL BDPG EN ADHESIVOS DE RESINAS SINTETICAS
- F) APLICACION DEL BDPG EN PLASTISOLES DE PVC
- G) EFECTO DEL AGUA EN COMPUESTOS VINILICOS

USOS Y SUCEDANEOS

A) INTRODUCCION

El BDPG es uno de los plastificantes primarios mas usados en los Estados Unidos, en cloruro de vinilo, uretanos y otros sistemas de resinas. Es un plastificante de alta solvatación. Ofrece ventajas significativas en el procesamiento de productos con alto porcentaje de carga en la línea vinílica, por ejemplo en pisos y extrusiones. Esta rápida solvatación puede incrementar grandemente las velocidades de producción o proceso a bajas temperaturas a menudo no mayores de 10°C. Cualquiera de estos recursos es de ayuda para mantener la estabilidad de la resina. En suma, los pisos manufacturados con BDPG tienen una marcada resistencia al manchado, lo cual es una característica fundamental. (ref.3)

En composiciones sin cargas, el uso del BDPG produce, películas, láminas ó tubos de alta transparencia y de alta brillantez de superficie. Tiene una permanencia excelente, con una resistencia excepcional a la extracción por hidrocarburos.

A continuación se citan una serie de aplicaciones y usos del BDPG comparándolo con los plastificantes comerciales mas conocidos.

B) EL BDPG EN PISOS VINILICOS

El BDPG es usado grandemente en E. U. como plastificante en losas vinil-asbesto y en menor grado en losas de vinilo homogéneo. Cada fabricante tiene sus fórmulas confidenciales, procedimientos de operación y preferencias. Esto hace mas difícil compaginar los datos.

A continuación se enumeran brevemente las ventajas del BDPG. Los datos que soportan éstas aseveraciones serán posteriormente desarrolladas.

1.- Ventajas del BDPG en pisos vinílicos:

- a) Extremadamente alta solvatación
- b) Baja temperatura de fusión
- c) Elevado punto de inflamación (Flash point)
- d) Elevado punto de ebullición inicial
- e) Bajo color y acidez
- f) Imparte una buena resistencia al manchado. Excelente en la resistencia a la migración en adhesivos asfálticos.
- g) Imparte una buena resistencia a la extracción de agua.
- h) Excelente resistencia a la extracción de hexano, heptano y aceites minerales.
- i) Provee de excelentes propiedades de trabajo al calentado y al banbury.
- j) La volatilidad del BDPG en películas o láminas es igual o superior a cualquier plastificante de alta solvatación.

2.- Desventajas del BDPG en pisos vinílicos:

- a) Elevada gravedad específica.- ya que la eficiencia del plastificante en éste campo se relaciona tanto al volúmen como a la velocidad de solvatación; la elevada gravedad específica del BDPG es una desventaja cuando el lt. de la resina vinílica usada, cuesta menos que el lt. del plastificante. Sin embargo, cuando el precio del plastificante es menor que el de la resina en base volu métrica, esto es una ventaja ya que el plastificante incrementa el volúmen de la mezcla y reduce el costo.

- b) La estabilidad de la resina sola, a la luz y al calor plastificada con EDPG, es un poco mas pobre que si fuera plastificada con ftalatos. Sin embargo con -- una formulación y estabilización adecuada , éstas -- propiedades no influencian grandemente la calidad de la losa terminada.

3.- Velocidad de solvatación y temperatura de fusión:

La velocidad de solvatación fue medida, observando - la velocidad de crecimiento del esfuerzo a la tensión de una película sin cargas a diferentes tiempos y -- temperaturas. La fórmula usada fué:

Resina	100 partes
Plastificante	10 a 75 partes
Estabilizador	3 partes

El procedimiento seguido fue: (ref. 13)

- 1) Los plastisoles fueron preparados y aireados de la - manera usual y fundidos en láminas de 50 mil* entre - platos de vidrio.
- 2) Los ensambles superiores fueron puestos a temperatura constante con un horno por periodos de 3 min. a 1 hr., la temperatura del horno se varió de 275°F a 400°F en diferentes series.
- 3) Se cortaron pequeñas campanas de ASTM tipo C y se determinó esfuerzo a la tensión. Los plastificantes evaluados fueron:

BDPG	(Benzoato de dipropilenglicol)
BBP	(Benzil butil ftalato)
BOP	(Butil octil ftalato)
DOP	(Dioctil ftalato)

* milésimas de pulgada

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) El BDPG y el BBP tienen aproximadamente la misma velocidad de solvatación. El BDPG es ligeramente superior a temperaturas bajas de fusión.
- b) El DOP es bastante mas lento que el BDPG y el BBP.
- c) El BOP muestra una velocidad de solvatación entre el BBP y el DOP.
- d) El BDPG mostró el mas alto esfuerzo a la tensión, a la película a cualquier tiempo - temperatura, dados. La tensión se desarrolla cuando la solvatación ocurre.

4.- Punto de inflamación (Flash Point)

Debido a que en muchos casos el equipo de pisos vinílicos se opera a elevadas temperaturas para dar una elevada velocidad y facilidad en el manejo de la masa, -- uno de los requisitos para un plastificante en éste ramo es el alto punto de inflamación.

En seguida se dan los puntos de inflamación de algunos plastificantes de alta solvatación (tomados en copa abierta Cleveland)

PLASTIFICANTE	PUNTO DE INFLAMACION °F
BDPG	402 - 414
BBP	394
BOP	370
DOP	401
DHP (Dihexil ftalato)	380

5.- Punto inicial de ebullición

Los siguientes datos fueron obtenidos de la literatura (ref. 5)

PLASTIFICANTE	PUNTO DE EBULLICION °C (5 mm hg)
BDPG	230
BBP	220
BOP	224
DOP	231
DHP	210

Losas Vinílicas Homogéneas

	1	2	3
Resina (PVC)	100	100	100
BDPG	31	34	37
Epoxy	5	5	5
Estabilizador	2.5	2.5	2.5
Acido Esteárico	0.5	0.5	0.5
Carbonato de Calcio	221	188	143
Arcilla	-	35	70
Ti O ₂	-	10	20
Pigmento	deseado	deseado	deseado

Estas tres formulaciones tienen aproximadamente las mismas propiedades, la fórmula No. 1 será la más económica por la eliminación de TiO₂.

6.- Resistencia al manchado.-

Bastantes pruebas se han efectuado para probar la resistencia al manchado en pisos vinílicos, pruebas de laboratorio han reportado que el BDPG es uno de los mejores, si no el mejor plastificante para el uso de pisos vinílicos al respecto.

- 7.- Resistencia a la extracción de hexano, heptano y aceites minerales. Esta propiedad es de menor importancia para los fabricantes de pisos vinílicos que para otras industrias de plásticos, pero, la resistencia a la extracción es probablemente una buena medida comparativa para la resistencia al manchado. Las láminas fueron preparadas mezclando proporciones adecuadas del homopolímero de PVC de peso molecular medio con el plastificante, se molió la mezcla en un molino de dos rodillos a 300°F, se prensó-moldeó por dos minutos a 350°F seguido por enfriamientos bajo presión a 80°F. Las muestras fueron sumergidas en los solventes durante 24 hrs. a 25°C. Después fueron enjuagadas, secadas y llevados a temperatura constante de 50°C. La siguiente tabla muestra los datos obtenidos cuando el extrayente fué el heptano. (ref. 14)

§ EXTRAIDO

PLASTIFICANTE	CONTENIDO DE PLASTIFICANTE			
	30	40	50	60
BDPG	0.8	2.8	7.4	15.0
BBP	1.0	5.2	14.0	26.0
BOP	7.9	16.0	23.0	28.0
TPC (Fosfato de Tricresilo)	1.4	5.5	11.5	17.5
BCP (Fosfato de Butil ciclohexilo)	3.8	10.0	15.5	21.0
DOP	8.5	15.5	23.0	28.0

Los datos del hexano-aceites minerales son proporcionales a esta tabla.

8.- Propiedades de Trabajo.-

Debido a su alta solvatación y bajas propiedades de fusión el BDPG es excelente respecto a las propiedades de trabajo. Puede ser usado en formulaciones para pisos a 10-15°F, temperaturas mas bajas que las que normalmente se usan en otros plastificantes de alta solvatación.

9.- Eficiencia.-

Debido a la elevada gravedad específica en BDPG y ya que la eficiencia del plastificante en pisos vinílicos está relacionada, tanto al volumen, como a la velocidad de solvatación, el BDPG tiene una pequeña desventaja contra el BBP. En una comparación global sobre plastificantes de alta solvatación, los que se mencionan enseguida no compiten en igual forma con el BDPG o el BEP.

Butil Octil Ftalato.	- Solvatación pobre
Butil Ciclohexil Ftalato	- Mucha menor permanencia (alta volatilidad)
Tricresil Fosfato	- Alta densidad, alto precio y productos indeseables de la hidrólisis.
Dioctil Ftalato	- No es un disolvente de alta solvatación.

10.-Efecto de los estabilizadores.-

Se utilizan muchos estabilizadores en las formulaciones para pisos vinílicos. La elección del estabilizador depende de la contribución de todos los ingredientes a la formulación, desde el punto de vista estabilidad al calor y luz, mas que la estabilidad del plastificante mismo. Adecuadamente estabilizadas

las losas plastificadas con BDPG serán satisfactoriamente estables a la luz y calor.

11.- Efecto de las Cargas.- (ref 3)

En pisos vinílicos se utilizan diversas cargas y tipos de éstas. Las notas que a continuación se enumeran pueden ser de utilidad.

- a. La longitud de la fibra de asbesto influenciará las características del proceso.
- b. La cantidad de hierro en la carga afectará los requerimientos del estabilizador.
- c. No son recomendables partículas muy finas de arcilla o carbonato de calcio en las losas vinílicas ya que se requerirá de mayor cantidad de plastificante para humedecerlas.
- d. En losas homogéneas de colores claros; un incremento en el contenido de arcilla comparado con el de carbonato de calcio requerirá de incremento en la cantidad de pigmento blanco, el cual es muy caro.
- e. La pasta (aproximadamente 25% en asbesto y 35% en las losas homogéneas) representa las dos terceras partes del costo total o aún mas.

12.- Formulaciones recomendadas. (ref. 13)

LOSAS VINILICAS - ASBESTO
Resina vinílica de bajo peso molecular

	1	2	3
Copolímero	100	100	100
BDPG	37	37	37
Epoxy	5	5	5
Carga de Asbesto	180	161	138
Carbonato de Calcio	360	322	276
Estabilizador	4	4	4
Acido Esteárico	0.5	0.5	0.5

C)

" COMPARACION DEL BDPG, CON EL DBP Y EL BBP EN EMULSIONES DE -
PVAcO. (DE TIPO ADHESIVO) "

DISCUSION Y DATOS

A.- Preparación de la Emulsión y Propiedades:

Todas las muestras de emulsiones fueron preparadas con resina Vinac XX 210, las cuales tenían una viscosidad de 900 a 1100 centipoises, y un contenido de resina del 56%. El plastificante fué incorporado a la emulsión de resina por medio de un molino de bolas por aproximadamente una hora por día, por dos ó tres días, hasta que películas secas indicaron la completa absorción del plastificante. Partes de estos lotes conteniendo 10, 20 y 30% del plastificante, fueron entonces usados para las pruebas. El mezclado de estos lotes no dió dificultad alguna. (ref. 15)

Una parte de la emulsión original de PVAcO. y una de cada una de las formulaciones plastificadas, fueron comparadas en la estabilidad mecánica, rolándolas en un molino de bolas con piedras hasta que las muestras se degradaron. La degradación fué determinada, notando los cambios en la viscosidad con viscosímetro Brookfield RVF, y la coagulación fué determinada, midiendo la tinezza en un medidor Hegman. Los datos se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

Efecto del tipo y nivel del plastificante en la estabilidad mecánica del Latex del PVAcO.

MUESTRA	INICIAL		7 DIAS		14 DIAS	
	VISCOSIDAD	FINEZA	VISCOSIDAD	FINEZA	VISCOSIDAD	FINEZA
	cps		cps		cps	
XX-210	1,750	8	1,750	8	2,200	8
BBP						
10	2,000	8	2,250	8	2,300	7
20	3,000	8	3,250	8	3,500	4.5
30	4,000	8	4,500	5	5,000	3.5

continúa.....

.....

DBP

10	2,750	8	2,500	8	2,500	8
20	3,500	8	4,000	8	6,500	6
30	4,850	8	6,000	3	7,200	3.5

BDPG

10	2,500	8	3,000	8	3,500	8
20	3,150	8	3,750	8	5,000	7.5
30	4,000	8	4,750	8	6,400	8

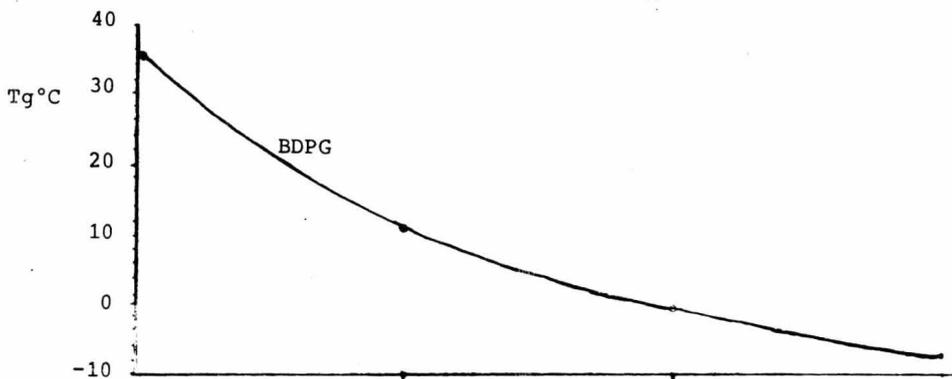
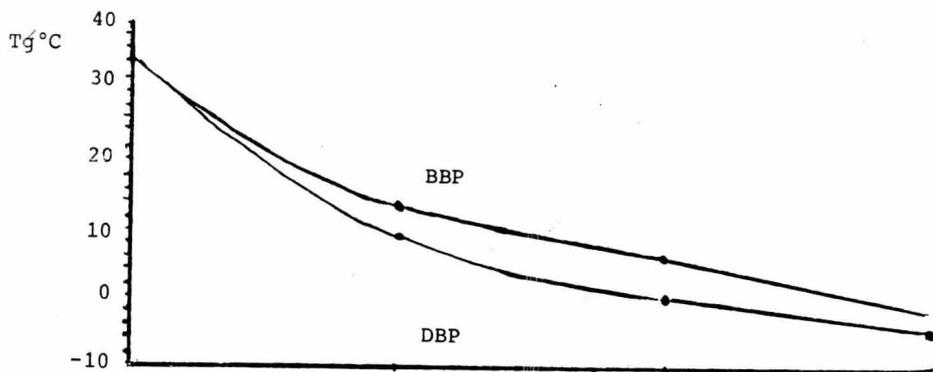
Estos datos indican que la estabilidad mecánica generalmente de crece con el incremento en el contenido de plastificante. Sin embar go el BDPG compara favorablemente con la emulsión original.

B.- Eficiencia del plastificante

La eficiencia del plastificante en éste estudio fué comparada, de terminando la "Temperatura de Cristalización" la cual generalmente se define como la temperatura a la cual la rotación de los segmentos del polímero empieza. Las cadenas poliméricas son rígidas abajo de ésta temperatura, pero arriba de ésta, la movilidad de los segmentos se in crementa rápidamente. Se caracteriza por un cambio en la pendiente de la curva Temperatura-Índice de refracción. La intercepción de dos segmentos lineales de ésta curva, fué tomada como la " Temperatura de Cristalización."

Las determinaciones fueron efectuadas en un refractómetro tipo Abbe. La figura 1 muestra la gráfica de la Temperatura de Cristalización ($T_g^{\circ}C$) VS. contenido de plastificante para cada uno de los plastificantes evaluados.

Los resultados de las pruebas de los tres plastificantes fueron muy parecidas. Sin embargo al BDPG es capaz de producir una Tempera tura de Cristalización aún mas baja que el DBP y el BBP.



CONTENIDO DE PLASTIFICANTE (PCR)

Fig. 1.-
Variación de la "Temperatura de Cristalización" con el tipo y nivel de plastificante.

C.- Volatilidad de Plastificantes.

Una comparación de la permanencia relativa de los plastificantes en un homopolímero de PVAcO. fue obtenida, preparando emulsiones en un molino de bolas en Elvacet 81-900 (Du Pont), vaciando en películas de 4.5 mil. (base seca), secando las películas por 15 min. a 110°C y muestreando en una corriente forzada, en un horno rotatorio por siete horas a 110°C. La pérdida en peso es reportada en la Tabla II, la pérdida en peso se reporta tanto de la película como del plastificante. (ref. 15)

TABLA II

Volatilidad de Plastificantes en Películas de PVAcO.

PLASTIFICANTE	CONTENIDO - EN EL PVAcO	% PERDIDA EN PESO DE LA PELICULA, DESPUES DE 7- HRS. A 100°C.	% PERDIDA EN PESO DEL PLASTIFICANTE DESPUES DE 7 HRS A 100°C.
RDPG	10	1.1	12
	30	1.9	8
DBP	10	3.3	36
	30	5.7	24
BBP	10	1.5	17
	30	2.1	9

Estos datos claramente demuestran la baja volatilidad del BDPC en las formulaciones probadas.

D.- Propiedades de Adhesión.- (ref. 15)

La fuerza de unión, el tiempo de pegado y los efectos de las emulsiones plastificadas fueron investigados. La fuerza de unión fué medida preparando tiras de 1 1/2" X 1 1/2 X 3/8 de madera de maple, enfriándolas con una película de 5 mil. (húmeda) de emulsión, unién-

dola a una tira similar, secándolas bajo una presión ligera por 3 días y probando la fuerza de unión (tensión) Los resultados son dados en la Tabla III

TABLA III

Fuerza de unión del Latex de PVAcO, plastificado en tiras de Maple; Película de 2.5 mil (base-seca.)

PLASTIFICANTE	10 PCR	20 PCR	30 PCR
BDPG	550 psi	375 psi	340 psi
BBP	570	580	510
DBP	420	330	260

Los resultados indican claramente que el BDPG es superior al DBP en todos los niveles y superior al BBP en niveles bajos de plastificación.

El efecto del pegado de los plastificantes fué evaluado aplicando películas de 5 mil. de las emulsiones plastificadas sobre superficies duras de maple, presionando con exactitud bloques de una pulgada cuadrada en las superficies con película a intervalos determinados bajo una carga de una libra, quitando la carga e indicando la fuerza requerida para jalar al bloque de la película. Esto también puede ser considerado como la determinación del "Esfuerzo de Unión Húmedo". En las figuras 2, 3, y 4 se grafica la unión como una función del tiempo y el nivel de plastificante para cada uno de los plastificantes evaluados.

Es interesante notar que para el 20 de PCR el pegado fué el más alto para todos los casos. El efecto del pegado del BDPG fue uniformemente alto, especialmente para altos niveles de plastificación. Las emulsiones plastificadas con DBP tendieron a perder pegado rápidamente a niveles bajos de plastificación. El descenso en el pegado del BBP a bajos niveles fué dramático.

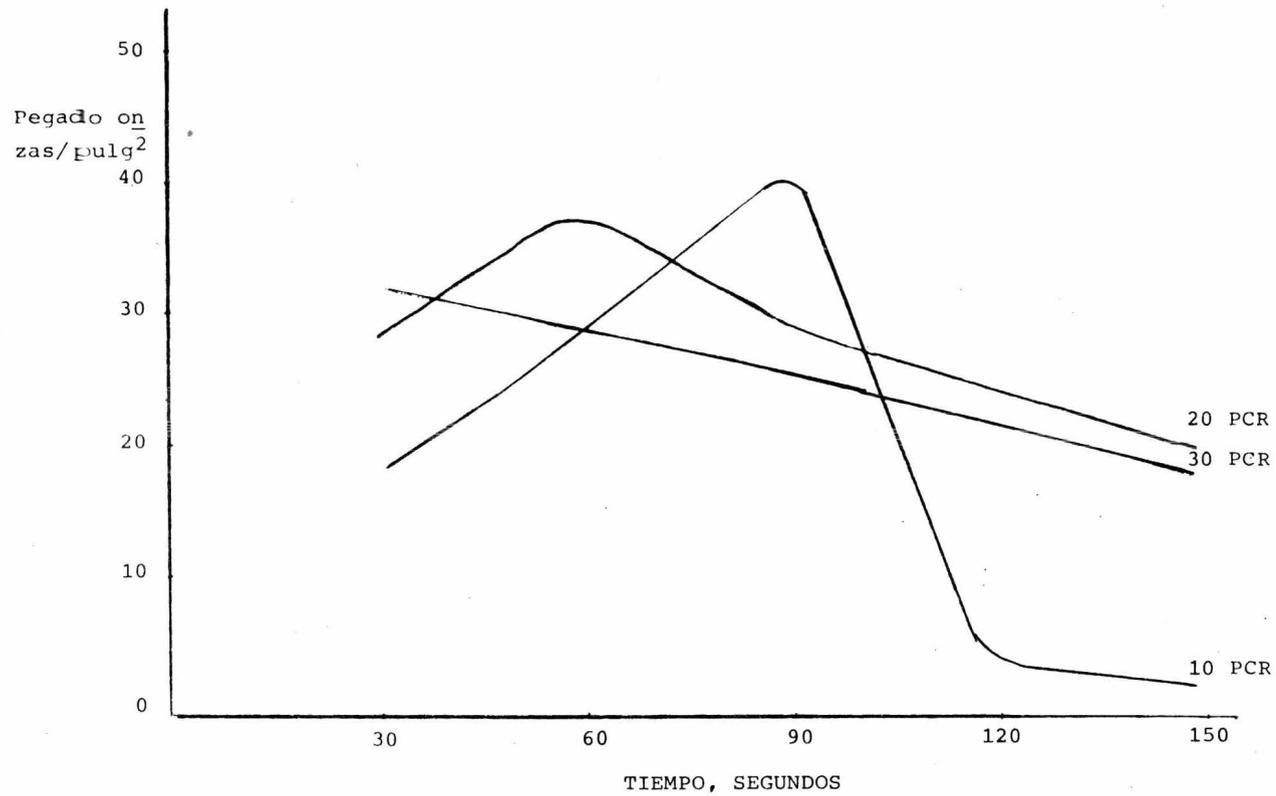


Fig. 2 Efecto del pegado del BBP

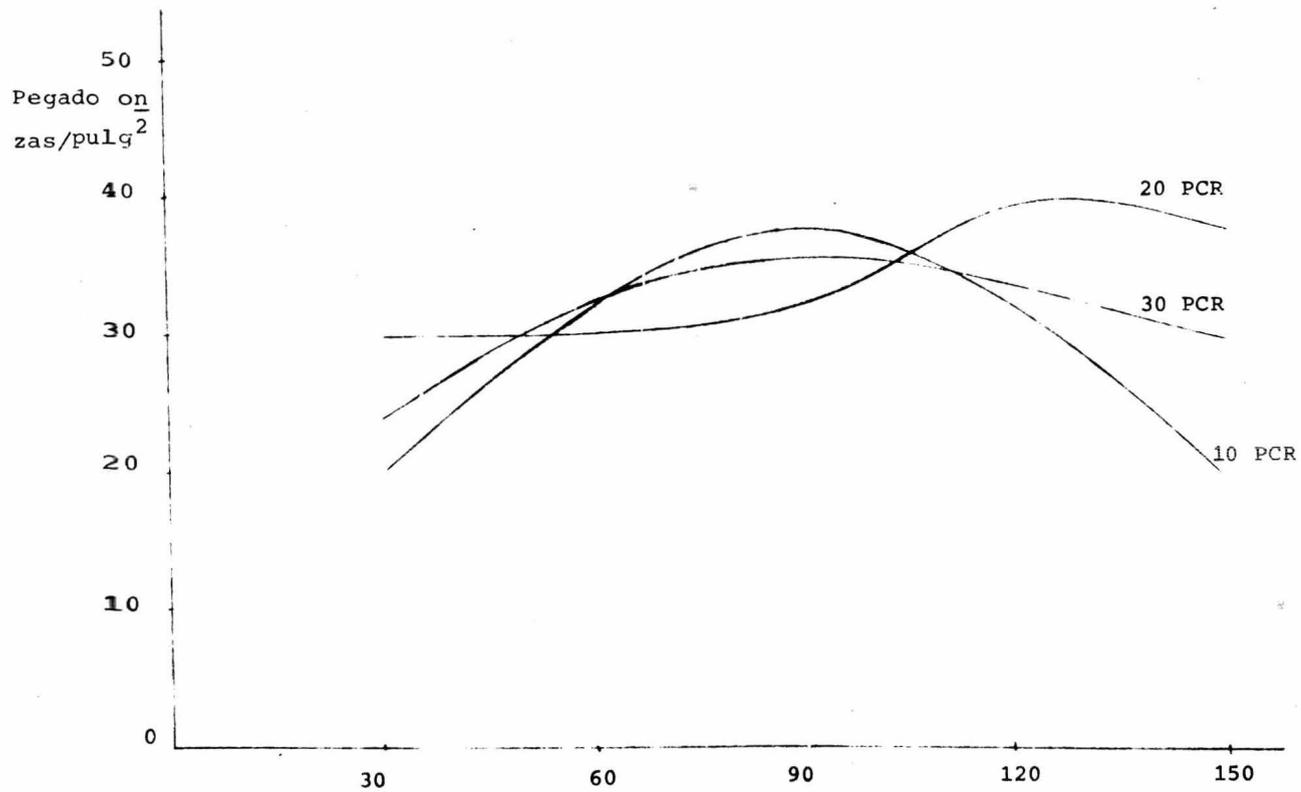


Fig 3. Efecto del pegado del DBP

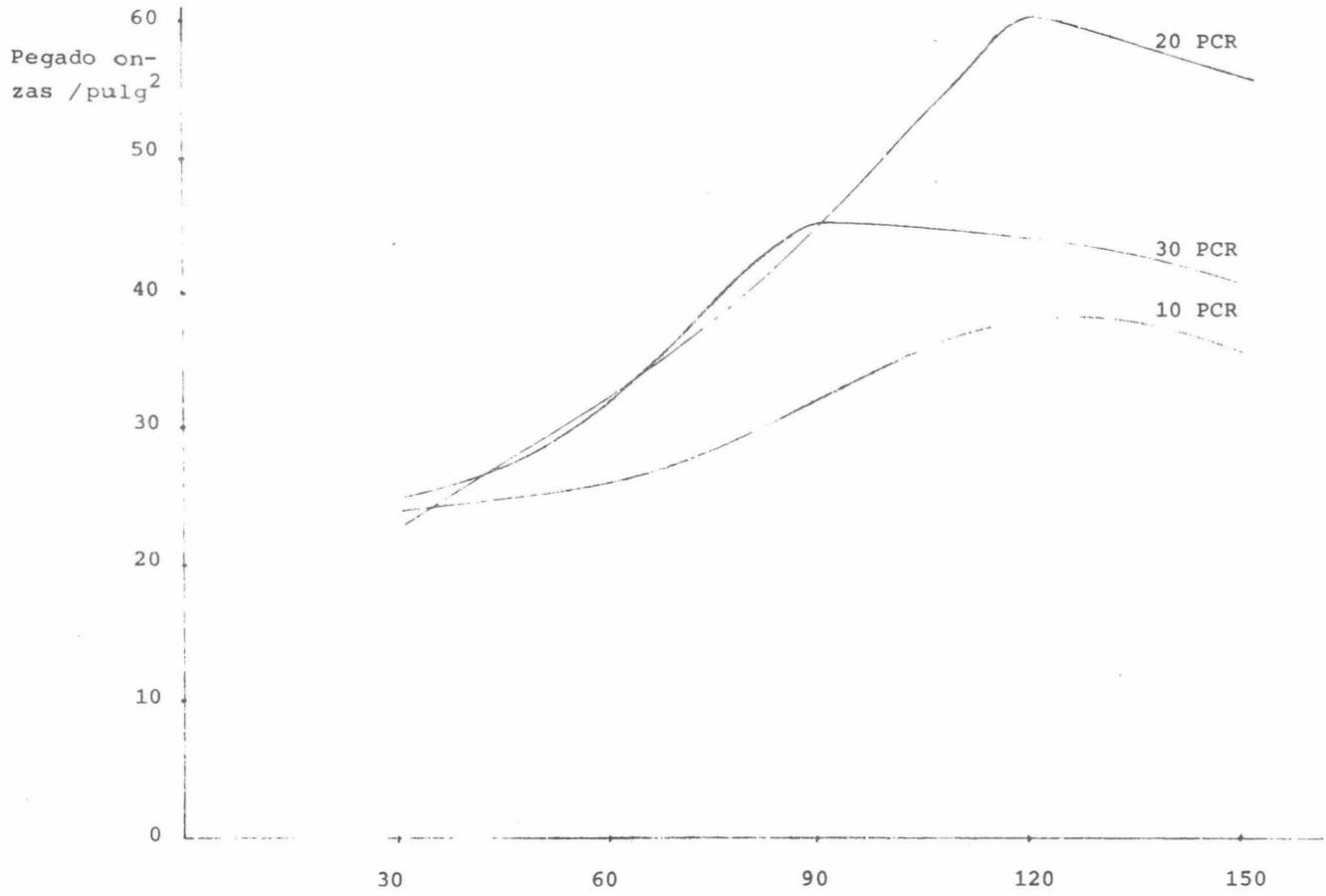


Fig. 4 Efecto del pegado del BDPG

Tiempo 80% de falla
en el papel
(segundos)

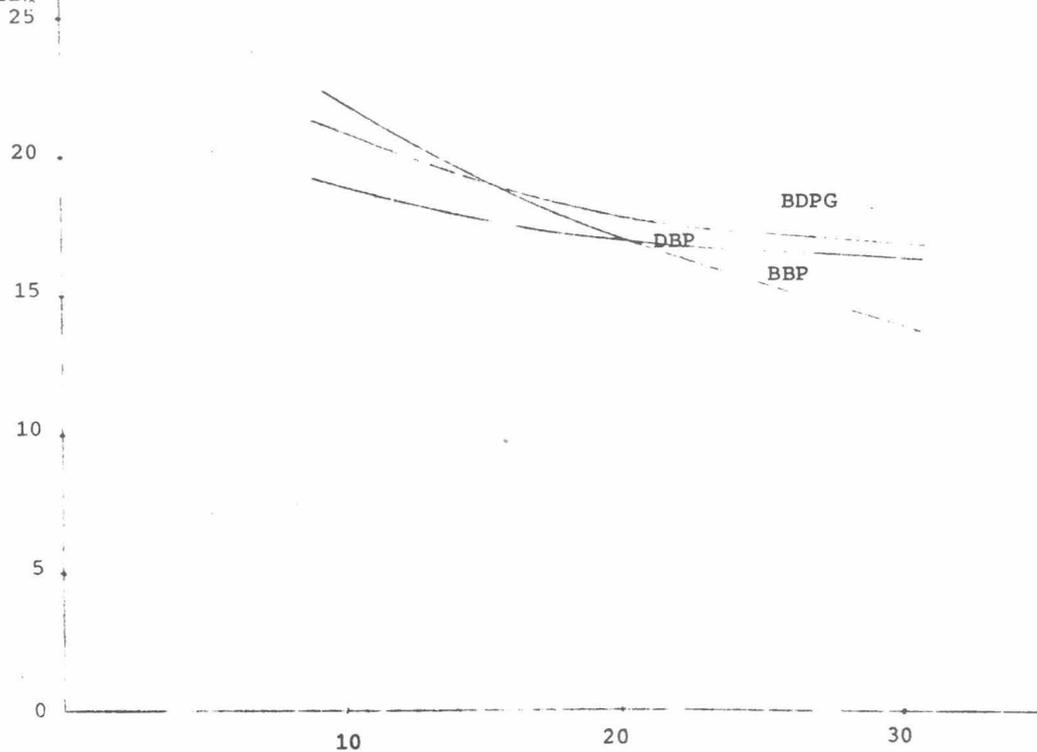


Fig. 5 Variación del tiempo de " pegado rápido" con el contenido de Plastificante.

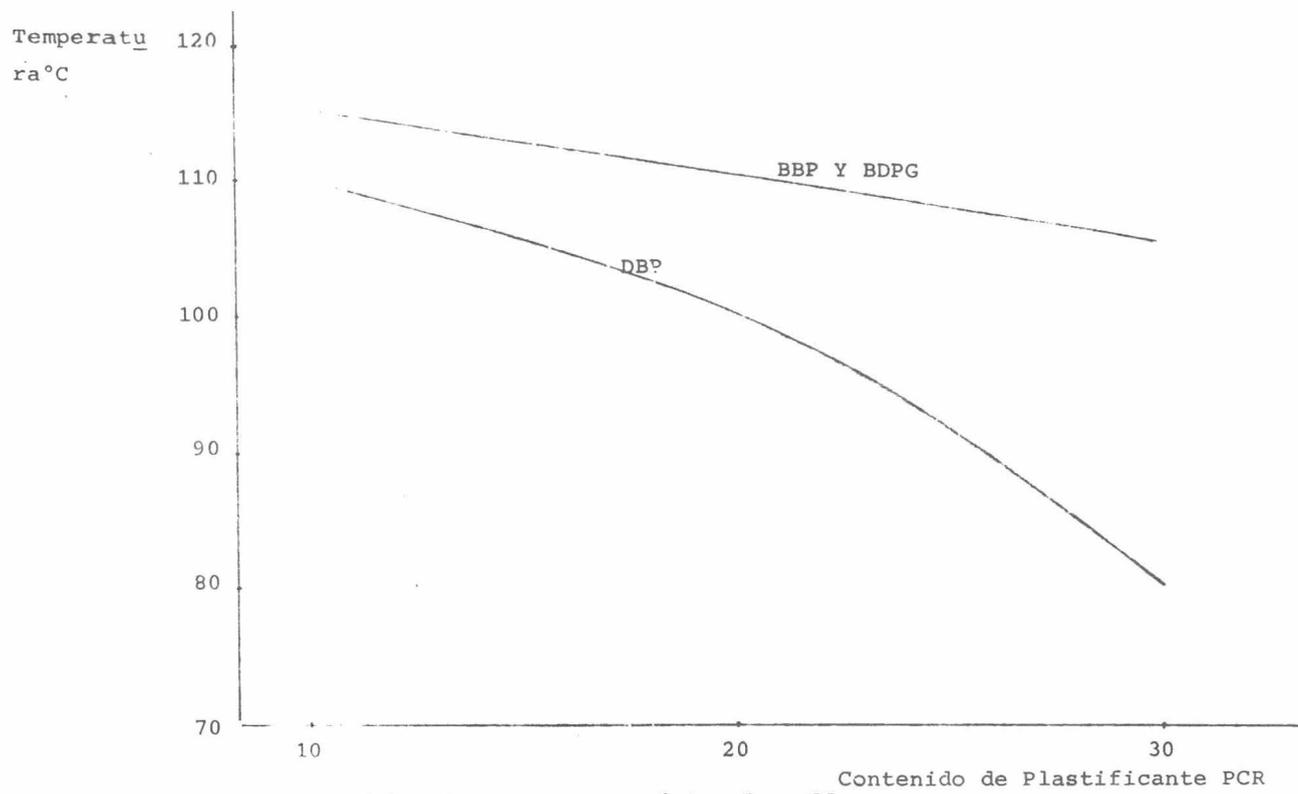


Fig. 6 Temperatura mínima de sello.

El tiempo de pegado fué determinado laminando 50 Lbs. de papel después de cubrirlo con 1 mil (húmedo) de películas de emulsión plastificada, uniéndolo bajo una presión de laminado de .1 psi y arrancándolo a intervalos determinados, notando porcentaje de falla en el papel. Los resultados fueron graficados como el tiempo requerido para fallar al papel en un 80% VS. contenido de plastificante. Fig. 5

E.- Obstrucción y Calor de Sello.-

La temperatura mínima de sello fué determinada en películas de 5 mil (base seca) usando una máquina de varillas calientes para sellar a temperatura controlada a 5 psi de presión. La temperatura mínima de sello determinada bajo estas condiciones, como función del contenido de plastificante. El BDPG y el BBP fueron idénticos en las características de sellado mientras que el DBP fué mas sensible a los niveles de plastificación.

La temperatura mínima de obstrucción, definida como la temperatura a la cual la película no puede ser separada sin daño permanente en ésta, fué determinado en películas plastificadas de 5 mil. sujetando dos muestras de la película en contacto bajo una presión de una psi, elevando la temperatura en incrementos de cinco grados y examinando las películas obstruidas en cada nivel. La Fig. 7 muestra los resultados de estas series gráficamente.

RESUMEN

Esta parte compara un sinúmero de las propiedades mas importantes realizadas desde el punto de vista adhesivos, de los plastificantes descritos en emulsiones de PVAcO las conclusiones son enumeradas brevemente como sigue:

1.- Eficiencia del Plastificante:

El BDPG compara favorablemente con DBP, uno de los plastificantes comerciales mas eficientes.

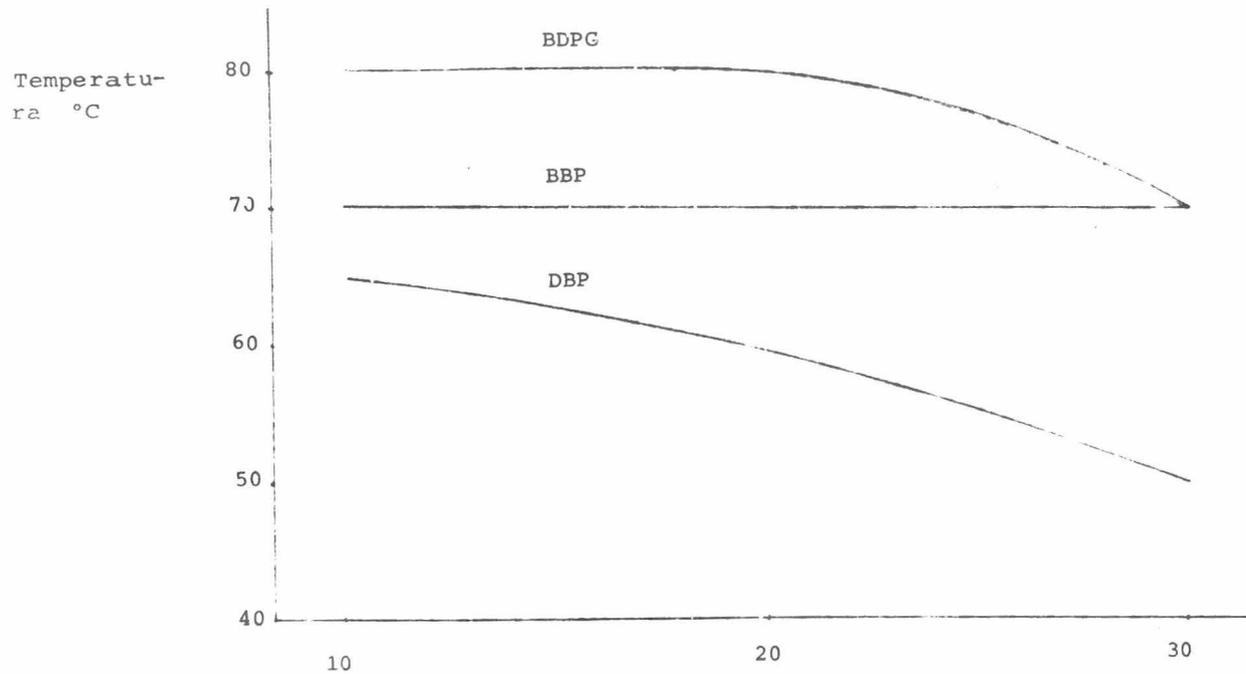


Fig. 7 Temperatura mínima de obstrucción

2.- Efecto en el Pegado:

El BDPG claramente muestra un poder de pegado mas alto que el BBP y el DBP.

3.- Temperatura mínima de Obstrucción:

El BDPG muestra una temperatura de obstrucción mínima igual al BBP en altos niveles de plastificante y mayor que el BBP en niveles bajos de plastificante.

4.- Temperatura mínima de Sello:

El BDPG y el BBP son esencialmente iguales en ésta propiedad.

5.- Fuerza de Unión:

En altos niveles de plastificación el BDPG fue superior al DBP pero un poco mas pobre el BBP.

6.- Volatilidad:

El BDPG muestra una volatilidad inferior en emulsiones de PVAcO, que el BBP y el DBP.

7.- Mezclado:

El BDPG se mezcla tan fácilmente como los otros plastificantes analizados.

D) EL BDPG EN ELASTOMEROS URETANICOS FUNDIDOS

En el presente estudio el BDPG ha sido evaluado como un modificador-dilatador de los elastómeros poliuretánicos fundidos. Además de economizar, la incorporación del BDPG como reemplazamiento parcial del prepolímero uretánico, ha sido estudiado con principal interés, en la influencia del plastificante en el manejo y procesamiento de la resina y las propiedades resultantes del elastómero curado.

El BDPG es un modificador-dilatador efectivo para los elastómeros uretánicos fundidos. El plastificante es altamente compatible con la resina prepolimerizada y con los dilatadores de cadena; no exuda en los elastómeros fundidos bajo condiciones normales. Se pueden usar 100 partes de BDPG por 100 partes de prepolímero - sin observar incompatibilidad. (ref 16)

Incorporando tanto en el prepolímero como en el dilatador de cadena, el BDPG simplifica el manejo y la fusión del sistema polimérico abatiendo la viscosidad y alargando la "pot-life" (tiempo sin gelarse). Estos sistemas de baja viscosidad pueden usarse ventajosamente de varias maneras:

- 1.- El mezclado perfecto de los componentes líquidos pueden ser efectuados mas rápidamente tanto manual como automáticamente.
- 2.- El atrapamiento de burbujas de aire, algunas veces un problema en operaciones de mezclado a mano se disminuye grandemente.
- 3.- El mezclado puede ser efectuado a menores temperaturas.
- 4.- El tiempo de vaciado puede ser alargado en virtud de una pot-life mas duradera.
- 5.- El llenado de moldes intrincados puede ser verificada mas efectivamente

Además de las mejoras en el manejo y fusión de los elastómeros de sistemas uretánicos, el uso del BDPG permite el desarrollo de elastómeros curados con propiedades físicas específicas. El plastificante muestra una buena permanencia en las partes terminadas y puede ser usado para obtener menor dureza y mayor elasticidad en los elastómeros, con una pequeña reducción del esfuerzo a la tensión.

Materiales usados.-

Se utilizó la resina Multrathane F-66 - producida por Mosbay Chemical Company, la cual fué seleccionada como una resina uretánica representativa para los propósitos de ésta investigación.

Esta resina es un isocianato diseñada específicamente para la preparación de uretano fundido

Los dilatadores de cadena fueron preparados con 70 partes de 1-4 butanodiol y 30 partes de dietilén glicol.

RESULTADOS

EFECTO DEL BDPG EN LAS PROPIEDADES FISICAS DE ELASTOMEROS FUNDIDOS.

	FORMULACIONES			
	100	90	80	70
Multrathare F-66	100	90	80	70
BDPG	0	10	20	30
Dilatador de Cadena	7.1	6.4	5.7	5.0
Pot life a 225°F	6 min.	12 min.	15 min.	20 min.
Tiempo de desmolde	20 min.	30 min.	40 min.	60 min.
Dureza	72	68	64	58
Módulo (psi) 100%	434	325	218	200
300%	1295	964	688	500
Máxima elongación(%)	570	620	670	730
Máximo esfuerzo (psi)	6323	4547	3384	2750
T _f (Temp mínima de flexión) (T 15,000)	-22°C	-25.3°C	-28.7°C	-32.0°C
Volatilidad % pérdida	0.3	1.9	3.4	4.4
Extracción de Heptano % pérdida	0.05	0.8	1.9	3.6

(ref. 16)

E) EL BDPG EN ADHESIVOS DE RESINAS SINTÉTICAS

Los principales tipos de adhesivos de resinas sintéticas son:

- 1.- Emulsión
- 2.- Mezcla caliente
- 3.- Pegado lento
- 4.- Solución
- 5.- Sensibles a la presión
- 6.- "Primers" adhesivos

Los adhesivos de resinas sintéticas que mas se usan, se basan en:

- 1.- Polímeros vinílicos, tales como acetato de polivinilo, alcohol polivinílico y cloruro de polivinilo.
- 2.- Resinas de condensación, como urea-formaldehído, melamina-formaldehído, fenol-formaldehído y resorcinol - formaldehído.
- 3.- Derivados de la celulosa
- 4.- Poliésteres
- 5.- Elastómeros
- 6.- Epoxi

Los plastificantes se usan en éstas formulaciones de adhesivos para satisfacer aplicaciones específicas. El plastificante puede mejorar la formación de la película, impartir adhesión, flexibilidad y brillo, abatir el tiempo de secado y bajar el costo de producción.

Algunas de las ventajas de los adhesivos de resinas sintéticas son:

- 1.- Resisten la degradación debida a la luz, agua y el ataque por hongos, mejor que los adhesivos acuosos-proteínicos naturales.
- 2.- Pueden ser formulados sin solventes, los cuales generalmente son tóxicos ó inflamables.
- 3.- Se adaptan fácilmente a diferentes velocidades de sello ó a máquinas etiquetadoras, simplemente ajustando la formulación.

ADHESIVOS DE EMULSION (PVAcO)

Los adhesivos de resinas emulsionadas son resinas plásticas ó no plastificadas dispersada en agua.

Los adhesivos de emulsión de acetato de polivinilo poseen rápido pegado, buena adhesión a una amplia variedad de superficies, resistencia a la grasa y no son tóxicos.

El BDPG en adhesivos de emulsión de PVAcO impartirá flexibilidad, comprobada resistencia a las grasas y continuidad de la película a bajas volatilidades y una resistencia moderada a la humedad. (ref. 17)

Una formulación general de emulsión de PVAcO, ilustra la variedad de ingredientes que pueden ser incorporados para dar las propiedades deseadas.

FORMULACION GENERAL

(ref. 18)

MATERIAL	PARTES POR PESO
Emulsión de PVAcO	100
(55% de sólidos)	10-50
Plastificante*	0-30
Carga	0-1000
Preservativo	0-2
(Benzoato de Sodio, técnico)	
Estabilizador	0-2
Agente humectante	0-0 2
Agua	0-100
Antiespumante	0-2

FORMULACION GENERAL

MATERIAL	PARTES POR PESO
Agente enmascarante (Odorífero) (Metil salicilato)	0-1

* Los plastificantes mas usados son el BBP v DBP, pero se podrá usar el BDPG. En las siguientes formulaciones se podrá usar cualquiera de estos tres plastificantes primarios.

FORMULACION DE PEGADO RAPIDO

MATERIAL	PARTES POR PESO
Emulsión de PVAcO.	100
Plastificante primario	12-13
Plastificante sulfonamídico	12
Agua	8-9

FORMULACION DE UN ADHESIVO PARA MADERA

Elvacet 89-100	95
Plastificante primario	3
Agua	2

FORMULACION DE UN ADHESIVOGENERAL

Polyco 117-H	65
Plastificante primario	25-27
Agua	8-10

ADHESIVOS DE MEZCLA CALIENTE

Estos adhesivos tienen la propiedad de fijarse rápidamente después de su aplicación. Este adhesivo se aplica en estado fundido, pegando cuando se enfría. (ref. 19)

FORMULACION DE MEZCLA CALIENTE

(Aplicación entre 160-180°C)

Gelva PVA V - 7	65
Etil celulosa	15
Plastificante primario	16

MEZCLA CALIENTE EN POLIMETIL METACRILATO

Polimetilmetacrilato	100
Plastificante primario	10
Hule clorado	20

Adhesivos de pegado lento.-

Estos adhesivos generalmente no pegan a temperaturas normales después de que son aspersados y secados en una superficie. Después de que son activados por calor conservan su adhesión por períodos largos para permitir el manejo mecánico antes de que el adhesivo se enfríe y pegue.

Adhesivos en solución.-

Los adhesivos en solución difieren de los de emulsión sólo en los solventes en los que se disuelven, los cuales son diferentes al agua.

FORMULACION DE UN CEMENTO DE NITROCELULOSA

Nitrocelulosa	10
Plastificante primario	5
Acetato de etilo	34
Acetona	34
Diciclohexil ftalato	12

Adhesivos sensibles a la presión.-

Estos adhesivos son materiales que pegan a temperaturas normales y requieren de una presión moderada para fijarse.

"Primers" Adhesivos.-

Se aplican como una cubierta primaria para que una secundaria pueda adherirse. Ya que las fibras sintéticas tales como el-nylon ó dacrón no tienen superficies adhesivas, los "primers" adhesivos son altamente útiles.

FORMULACION DE "PRIMER"

ADHESIVO

Vinylite VYMS	18
Vinylite VMCH	2
Plastificante primario	15
Metil etil cetona	25
Solvesso No. 1	17

PRODUCTOS UTILIZADOS

Elvacet	Du Pont
Gelva	Shawnigan Resins
Polyco	The Borden
Solvesso	Esso Standard Oil
Vinylite	Union Carbide

F) APLICACION DE BDPG EN PLASTISOLES DE PVC

(ref. 20)

- 1.- Ventajas de BDPG en plastisoles.-
 - a.- Bajas temperaturas de fusión
 - b.- Alta solvatación
 - c.- Baja volatilidad
 - d.- Excelente compatibilidad
 - e.- Elevado punto de inflamación (Flash Point)
 - f.- Sin olor desagradable ni daños en el manejo
 - g.- Dá elevado esfuerzo a la tensión en películas y láminas
 - h.- Dá buena estabilidad en viscosidad
 - i.- Contribuye con excelente brillo al producto terminado.
 - j.- Bajo en costo
 - k.- Superior a todos los plastificantes monoméricos a la extracción de hexano-heptano-aceite mineral

- 2.- Desventajas del BDPG y métodos sugeridos para evitarlos.-
 - a.- Atrapamiento de burbujas en el plastisol antes de la aplicación. En general una combinación de silicón fluido, aceite mineral ó Kerosina ayudarán grandemente.

 - b.- Alta viscosidad del plastisol terminado, comparado con el DOP. En algunos casos esto puede ser favorable pero en la mayoría de las aplicaciones es indeseable. Con algunos cambios en la formulación el problema puede solucionarse como se muestra:
 - 1) La viscosidad del plastisol se relaciona directamente con la viscosidad del plastificante, sin embargo el poder de solvatación del plastificante puede perderse con el tiempo.
 - 2) La elección de la resina ó de los demás componentes tienen un efecto muy marcado en la viscosidad del plastisol.
 - 3) La viscosidad elevada incrementa el problema del atrapamiento de aire.

- 5) La viscosidad de los plastisoles se incrementa rápidamente cuando se almacenan a temperaturas superiores a los 40°C. Por supuesto que la velocidad de solvatación también se eleva al incrementarse la temperatura. Estas propiedades también pueden ser influenciados cambiando la formulación.
- c.- Dilatación; un incremento en la viscosidad es característico del BDPG con un aumento en la agitación, esto se puede evitar usando mezcla de plastificantes o usando altos niveles de plastificación, los cuales abatirán costos. También se pueden utilizar aditivos.

g) EFFECTO DEL AGUA EN COMPUESTOS VINILICOS

Debido a los vagos, cualitativos y a menudo subjetivos reportes relacionados en el campo de la resistencia comparativa al agua y agentes alcalinos de el BDPG VS. los ftalatos, se intentó obtener valores numéricos reales en películas vinílicas plásticas para éste respecto.

Absorción de Agua.-

Fueron preparadas composiciones similares a las de los pisos-vinílicos-asbesto con una resina copolimérica plastificada tanto con BDPG como con BBP que contenía 2:1 CaCO_3 / proporción de asbesto en la carga. El contenido de la pasta (resina mas plastificante) fué del 27% en todos los casos. Las muestras fueron - cortadas de éstas láminas, pesadas y sumergidas en agua a temperatura ambiente por tres días, secadas con una tela y pesadas de nuevo. Fueron tomadas muestras de láminas de molienda y también láminas prensadas y moldeadas. (ref. 13)

TABLA I

% DE GANANCIA EN PESO DESPUES DE 3 DIAS SUMERGIDAS EN AGUA

PCR	30		35		42.5	
	BDPG	BBP	BDPG	BBP	BDPG	BBP
Láminas de molienda	2.9	1.8%	1.9%	1.8%	1.7%	2.0%
Láminas moldeadas y prensadas	1.3	1.0%	1.0	0.8	0.8	0.9

Para que la hidrólisis se lleve a cabo, el agua debe primero penetrar la losa. Estos datos indican que hay diferencias significativas entre los dos plastificantes. Es obvio que la láminas de molienda son mas porosas (por lo tanto los datos son erráticos) que en las moldeadas.

Efecto de reactivos alcalinos.-

Muestras vinílicas-asbesto como las descritas en la sección 1, fueron sumergidas en soluciones al 10% de Fosfato trisódico e hidróxido de sodio, durante siete días a la temperatura ambiente, las muestras fueron pesadas, expuestas a los reactivos, lavadas, secadas a 50°C durante 72 hrs. y prensadas de nuevo. Se tomaron

muestras de láminas de molienda y prensadas como anteriormente se hizo.

TABLA II

Cambio en peso de láminas de Molienda en Reactivos Alcalinos.

Concentración del Plastificante BDPG	HIDROXIDO DE SODIO AL 10%		FOSFATO TRISODICO AL 10%	
	BDPG	BBP	BDPG	BBP
30 PHR	-1.4%	-2.1%	-.05%	nada
35	-2.1	-2.1	-.05	-.11
37.5	-1.8	-2.6	nada	-.11

Cambio en peso en láminas prensadas en Hidróxido de Sodio al 10%

Concentración del Plastificante	BDPG	BBP
30.0	-1.8	-2.6
32.5	-2.2	-2.6
35.0	-1.8	-2.4
37.5	-2.2	-2.2
42.5	-2.0	-2.9

Aunque no se notaron grandes diferencias, el BBP parece ser un poco mas susceptible a la extracción de hidróxido de sodio. (ref. 13)

3.- Extracción de agua en ebullición

Se prepararon láminas de 50 mil, conforme a la técnica de -
plastisol:

Resina PVC (Geon 121)	100 partes
Plastificante	70 partes
BaCd líquido	3 partes

Estas láminas fueron fundidas durante 15 min. a 350°F y cortadas en muestras iguales. Estas muestras fueron mantenidas a temperatura de ebullición del agua por nueve días. A intervalos determinados, tres muestras fueron sacadas, secadas por 40 hrs. y probadas para un modelo de 100% elongación y esfuerzo a la tensión a la ruptura.

Si sólo el agua en ebullición afectara al sistema extrayendo plastificante, debería haber un incremento continuo en el esfuerzo a la tensión y al módulo, y un decremento en la elongación. Sin embargo aparentemente otros cambios tomaron lugar, los cuales debilitaron al sistema después de varios días. Los datos obtenidos fueron los siguientes: (ref. 13)

- 1.- Las láminas plastificadas con BDPG tuvieron un incremento inicial en el módulo y esfuerzo a la tensión, seguidos por una cortante después declinaron gradualmente.
- 2.- El DOP muestra una elevación inicial seguida por una recta y después declina.
- 3.- El BBP muestra una declinación de las tres propiedades desde el principio.
- 4.- La superioridad inicial en el esfuerzo a la tensión del BDPG se mantiene durante el período de prueba.

CONCLUSION.-

Fueron efectuados tres estudios relacionados a las propiedades de estabilidad con respecto a la hidrólisis de BDPG, las pruebas fueron arbitrarias pero fueron escogidas para mostrar algunos de los efectos de soluciones acuosas en sistemas vinílicos. Los resultados muestran que dentro de los límites de éstas pruebas, el BDPG se compara con el BBP y el DOP con respecto a la resistencia al agua.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MERCADO

- A) CONSUMO
- B) IMPORTACIONES
- C) EXPORTACIONES
- D) DETERMINACION DE LAS AREAS DE CONSUMO
- E) PROYECCION DE LA DEMANDA
- F) DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE DISEÑO
- G) ESTRATEGIA DEL MERCADO

A) CONSUMO

Como es bien sabido el consumo de los plastificantes está íntimamente ligado con la producción de las resinas; en nuestro caso, según se vió en el capítulo anterior, (Usos y Sucedaneos) las resinas que más nos interesan son el PVC, el PVAc y las resinas uretánicas para elastómeros.

A lo largo de los años, el consumo de todos los Plastificantes en México ha representado el 43.5% del consumo del polícloruro de vinilo y el de los plastificantes derivados del anhídrido ftálico ha representado el 37% (ref. 22) Esta cifra es así considerada debido a que el PVC rígido no necesita plastificante.

En nuestro país el DOP es el principal plastificante debido a que su precio es el más bajo del mercado nacional y a que se adapta con ciertas limitaciones a un gran número de procesos. Es por esto que hasta la fecha el DOP ha representado entre el 75 y el 85% de la producción total de los plastificantes. Además la obtención puede hacerse con materias primas nacionales y el proceso no es muy complejo comparado con otras esterificaciones.

A continuación se muestran una serie de datos de las resinas más importantes que pueden ser plastificadas, sus principales aplicaciones y algunos datos sobre el DOP como puntos de referencia. Estas cifras son desde 1968 hasta 1975 y a partir de 1976, se hizo una proyección de la demanda (ref. 23, 24, 26).

POLICLORURO DE VINILO

	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO
1968	25,776	1,055	2	26,829
1969	29,567	3,189	210	32,546
1970	32,145	2,130	1,859	32,416
1971	35,893	3,169	880	38,182
1972	48,020	5,552	1,840	51,732
1973	43,627	5,467	1,184	47,910
1974	49,524	26,301	333	75,492
1975	49,620	5,848	1,723	53,745 (
1976				73,000
1977				83,220
1978				94,900
1979				108,150
1980				123,300
1981				140,550
1982				160,300

ESTRUCTURA DEL MERCADO DEL
POLICLORURO DE VINILO

Pelicula	30 %	
Calzado	14 %	
Aislamiento de Cables	13 %	
Tuberia y Accesorios	12 %	
Discos	6 %	Copolímero
Botellas y recipientes	6 %	
Toseta para pisos	4 %	Copolímero
Juguetes	3 %	
Otros	<u>12 %</u>	
	100 %	

COPOLIMERO DE CLORURO Y ACETATO DE VINILO

(ton)

	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO
1968	2,737	329	- - -	3,066
1969	2,833	301	- - -	3,134
1970	3,055	397	- - -	3,452
1971	3,207	465	- - -	3,672
1972	3,710	551	- - -	4,261
1973	3,962	1,289	- - -	5,251
1974	4,350	3,242	- - -	7,592
1975	5,815	418	- - -	6,233
1976				6,980
1977				7,958
1978				9,072
1979				10,343
1980				11,343
1981				13,440
1982				15,320

ESTRUCTURA DEL MERCADO DEL
COPOLIMERO DE ACETATO-CLORURO DE
VINILO

DISCOS	80 %
LOSETA	<u>20 %</u>
	100 %

ACETATO DE POLIVINILO

(ton)

	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO
1968	13,944	87	- - -	14,031
1969	14,434	142	- - -	14,576
1970	15,566	258	2	15,822
1971	16,337	327	- - -	16,664
1972	18,900	89	- - -	18,989
1973	20,182	47	- - -	20,229
1974	22,155	1,222	3	23,374
1975	17,700	220	9	17,911 (
1976				21,700
1977				23,850
1978				26,250
1979				28,900
1980				31,800
1981				34,980
1982				38,500

ESTRUCTURA DEL MERCADO DE LAS
EMULSIONES DE ACETATO DE POLIVINILO

PINTURAS	58 %
ADHESIVOS	31 %
CONSTRUCCION	5 %
TEXTILES	4 %
PAPEL	2 %
	<hr/>
	100 %

P O L I U R E T A N O S

(ton)

	ESP. FLEX.	ESP. RIG.	REC.	ELAST.	T O T A L	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO	%
1970	3,657	445	780	33	4,915	297	- - - -	5,212	- -
1971	4,254	667	884	41	5,846	218	- - - -	6,064	16.3
1972	5,448	889	1,200	107	7,644	387	- - - -	8,031	32.4
1973	6,567	1,118	1,521	222	9,428	418	- - - -	9,846	22.6
1974	10,448	2,000	1,690	2,136	16,274	397	- - - -	16,671	69.3
1975	11,194	2,667	1,300	6,571	21,732	879	- - - -	22,611	35.6
1976	14,700	3,445	2,470	7,890	28,505				
1977	18,650	4,334	3,860	9,050	34,894				
1978	23,280	5,333	2,900	10,350	41,863				
1979	29,100	6,667	2,900	11,500	50,167				
1980	35,820	8,000	3,400	12,650	59,870				
1981	40,300	9,280	4,000	13,900	67,480				
1982	45,330	10,800	4,700	15,300	76,130				

ESTRUCTURA DEL MERCADO DE LOSPOLIURETANOS

	1974	1975
ESPUMAS FLEXIBLES	63 %	50 %
ESPUMAS RIGIDAS	12 %	12 %
RECUBRIMIÉNTOS	10 %	6 %
ELASTOMEROS	<u>15 %</u>	<u>32 %</u>
	100 %	100 %

DIOCTIL FTALATO

	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO
1968	9,805	- - - -	- - - -	9,805
1969	8,383	- - - -	- - - -	8,383
1970	8,450	- - - -	- - - -	8,450
1971	11,943	19	- - - -	11,962
1972	17,446	44	- - - -	17,490
1973	13,737	194	- - - -	13,931
1974	17,316	4,074	- - - -	21,390
1975	14,377	673	- - - -	15,390
1976				24,455
1977				27,462
1978				30,370
1979				33,500
1980				37,000
1981				40,865
1982				45,076

B) IMPORTACIONES

Se deberá alcanzar un alto grado de integración en el renglón de los petroquímicos secundarios, para que la importación de plastificantes descienda en los próximos años. En seguida se muestran algunas cifras importantes con relación a éste tema.

	<u>IMPORTACION (ton)</u>	
	PLASTIFICANTES DEL ACIDO FTALICO	OTROS PLASTIFICANTES
1968	422	850
1969	1,555	790
1970	2,022	1,074
1971	436	1,370
1972	1,461	1,720
1973	3,194	2,250
1974	7,074	3,040
1975	3,673	2,400

IMPORTACION
del BDPG (ton)

1971	16	
1972	42	
1973	294	
1974	340	
1975	420	(ref. 25)

C) EXPOPTACIONES

Desafortunadamente la producción de plastificantes no ha ido al ritmo de las necesidades de éstos. Desde que México produce plastificantes, hasta la fecha en el mejor año se exportaron 6 ton. Por lo que antes de pensar en exportar debemos satisfacer las necesidades que nuestra industria requiera y posteriormente se estudiará la posibilidad de exportar.

D) DETERMINACION DE LAS
AREAS DE CONSUMO.

El crecimiento de México desde sus orígenes, fué de tipo centralista y por esto los grandes consumos están localizados en las grandes ciudades.

En nuestro caso los principales consumidores de plastificante están localizados en la zona del Valle de México. En el presente estudio se ha estimado que ésta zona consumirá el 60% de nuestra producción, Guadalajara consumirá el 15% y Monterrey el 25% restante. Estos consumos fueron basados en la investigación personal, visitando las industrias que se mencionan a continuación, las cuales han probado el BDPG en sus formulaciones.

Las siguientes compañías en su oportunidad, podrán consumir el BDPG de nuestra producción.

Plásticos Omega
Cueros Artificiales
Plásticos Plymouth
Solumex
Onlex, S.A.
Pyn, S.A.
Plásticos Laminados
Muñecas Elizabeth
Otros

El 40 % restante será consumido en :

Guadalajara	15 %
Monterrey	25 %

E) PROYECCION DE LA DEMANDA

Nuestro estudio fué basado en cálculos efectuados por organismos especializados (ref. 22,23, 24) además de la investigación de las principales industrias consumidoras de plastificantes y resinas plastificables.

La proyección de la demanda de nuestro plastificante se fundamentó principalmente, en los usos específicos que el BDPG puede satisfacer como se hizo notar en el capítulo Usos y Sucedáneos y además tomando en consideración los datos apuntados en el inciso A (Consumo), de éste capítulo.

La proyección de la demanda fué considerada hasta 1982, tomando en cuenta el riesgo que implicaría hacer una predicción a mayor plazo, debido a la situación mundial que prevalece en la industria del petróleo, así como también al gran desarrollo tecnológico que descubre nuevos productos y abate los costos de producción.

A continuación se muestra una recopilación de la demanda de plástificantes de 1976 a 1982, así como el consumo de plastificante estimado para el PVC, el copolímero PVC-PVAcO y las resinas uretánicas. Las resinas mencionadas son las que mayormente nos interesaran.

PROYECCION DE LA DEMANDA DE PLASTIFICANTES
(toneladas)

	PLASTIFICANTES DEL ANHIDRIDO FTALICO	OTROS PLASTIFICANTES
1976	28,770	3,900
1977	32,300	4,290
1978	35,730	4,710
1979	39,400	5,190
1980	43,530	5,700
1981	48,070	6,270
1982	53,030	6,900

(ref. 22, 23)

CONSUMO TOTAL DE PLASTIFICANTE EN LAS AREAS DEL
MERCADO QUE NOS INTERESAN (ton)

	PVC	PVC-PVAcO	PVAcO	URETANOS	T O T A L
1977	4750	480	2,220	870	8,320
1978	5350	540	2,440	870	9,330
1979	6150	620	2,680	1,000	10,550
1980	6980	700	2,960	1,100	11,860
1981	7950	800	3,250	1,340	13,340
1982	9120	920	3,580	1,470	15,090

(ref. 23, 26)

F) CAPACIDAD DE DISEÑO

Una de las formas para darnos cuenta de la capacidad de di seño, es considerar las importaciones. Esto puede ser un arma de doble filo, ya que debido a que el gobierno pretende que haya integración en la petroquímica, difícilmente podemos competir con los precios de materia prima a nivel internacional. Por lo expuesto anteriormente en algunas ocasiones se importan productos que mas o menos se adaptan a las necesidades del proceso, pero son mucho mas económicos que los producidos en la nación.

Como se vió en el inciso B(Importaciones) de éste capítu lo, las importaciones del BDPG van en aumento.

En el presente estudio se investigó el mercado potencial del BDPG y se llegó a las siguientes conclusiones.

NECESIDADES DEL BDPG

1977	1,000 ton
1978	1,300 ton
1979	1,600 ton
1980	1,900 ton
1981	2,000 ton
1982	2,000 ton

Estas fueron basadas en las aplicaciones específicas de éste producto, considerando las necesidades de plastificante para el PVC-PVAcO y resinas uretánicas para elastómeros.

Ademas se investigó con las siguientes industrias las cuales consumirán nuestra producción aproximadamente en la siguiente proporción: (Considerado hasta 1982)

Plásticos Omega	12 %
Cueros Artificiales	15
Plásticos Plymouth	6
Solumex	6
Oplex, S. A.	4
Pyn, S. A.	5
Plásticos Laminados	5
Muñecas Elizabeth	4
Otros	3
	<hr/>
	60 %

Como se dijo anteriormente el 40% restante, será consumido en el interior de la república.

Consideraremos una planta para producir 2,000 T M por año de BDPG, en base al estudio de mercado efectuado.

G) ESTRATEGIA DEL MERCADO

Los usos principales del BDPG, serán los siguientes en la proporción anotada.

Plastisoles	61.5 %
Pisos vinílicos	8.8
Extrusiones y moldeados	11.25
Adhesivos	5.85
Recubrimientos	5.6
Otros	7.0
	<hr/>
	100 %

La producción del BDPG debido a su magnitud, no pretende desplazar del mercado a ninguno de los plastificantes comerciales conocidos, ya que estos son generalmente producidos por grandes industrias, las cuales no están atendidas a un sólo producto como será en nuestro caso.

El BDPG intenta cubrir algunas de las especialidades que ya se han mencionado con anterioridad.

En seguida se ilustra la proporción del mercado que se intenta cubrir comprándola con otros plastificantes.

% DEL MERCADO QUE SE PRETENDE CUBRIR
EN EL AREA PVC, PVAcO Y RESINAS URETANICAS

1977	6 %
1978	13.93
1979	15.16
1980	15.12
1981	14.99
1982	13.25

COMPARACION DE LA PRODUCCION DEL BDPG Y EL
DOP CONSIDERADO EL PRINCIPAL PLASTIFICANTE (%)

1977	1.82 %
1978	4.28
1979	4.77
1980	5.1
1981	4.9
1982	4.43

CAPITULO V

DISCUSION DEL PROCESO DE FABRICACION

- A) DESCRIPCION
- B) MANUAL DE OPERACION
- C) TIEMPOS EN LA OPERACION
- D) CONSUMOS
- E) PRINCIPALES ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO
- F) METODOS DE ANALISIS

A) DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El análisis realizado intenta cubrir la evaluación económica preeliminar, necesaria para una planta de benzoato de dipropilén glicol en México por medio de una esterificación directa. La capacidad fijada será de 2,000 ton por año. Esta capacidad fue determinada en base a un estudio de mercado y proyección de éste a 6 años. Además se toman en consideración las aplicaciones principales de éste producto comparándolas con otros plastificantes de importancia comercial.

Descripción del proceso:

El benzoato de dipropilén glicol puede ser producido por la esterificación directa del ácido benzoico con dipropilén glicol, usando un catalizador especial y un solvente azectrópico que permite extraer el agua de la reacción. La temperatura óptima de la reacción es de 200°C. Después de que la reacción se ha efectuado el solvente residual es extraído y el exceso de ácido benzoico es neutralizado con una solución acuosa de carbonato de sodio. Las sales resultantes son extraídas por separación de la fase acuosa, posteriormente el producto es lavado con agua. El material es entonces secado y filtrado. (ref. 21)

B) MANUAL DE OPERACION

- A) Añadir
- | | | |
|------------------|------|----|
| Dipropilénglicol | 1441 | Kg |
| Acido benzoico | 2650 | Kg |
| Catalizador | 7 | Kg |
| Solvente | 96 | Kg |
- B) Calentar al estado líquido, accionar agitación.
Cuando el reflujo empieza (160°C) extraer el agua para elevar la temperatura a 200°C
- C) Mantener la temperatura a 200°C para completar la reac
ción (7.5 hrs requeridas)
- D) Desconectar reflujo para extraer el solvente (0.5 hrs -
requeridas)
- E) Bombear al tanque de lavados (enfriar a 95°C)
Empezar el ciclo de reacción de nuevo en el reactor
- F) Lentamente añadir la solución de carbonato de sodio -
(600 lt), agite 15 minutos y deje separar, drene la
fase acuosa (pesada) al tanque de desperdicios
- G) Agregar 600 lt de agua tratada, lavar 5 minutos, dejar
separar. Decantar la fase acuosa (ligera) al tanque
de desperdicios
- H) Despues de lavar, extraer el agua elevando la tempera-
tura a 120°C
- I) Filtrar y envasar en tambores de 225 Kg ó enviar el pro
ducto al tanque de almacén

C) TIEMPOS EN LA OPERACION

<u>Descripción de la Operación</u>	<u>Tiempo hr.</u>
Cargar y fundir el Acido Benzoico	1.5
Calentar a reflujo	2.0
Tiempo de reacción	8.0
Transferir al tanque de lavados	1.0
Neutralización	1.5
Lavado	1.5
Secado	1.5
Filtrado	1.5
Tiempo total de reacción	12.5
Tiempo total de lavado	6.0
Lotes por día	1.92
Kgs. por día	6,877.0

D) CONSUMOS EN LA OPERACION DE TIEMPO, CALOR Y ELECTRICIDAD
(Base 1 lote)

OPERACION	TIEMPO (hr)	CALOR (Kcal)	HP	KWH
Cargar	0.5	435,253	-	11.1855
Fundir Acido Benzoico	1.0	201,577	15	22.3710
Calentar a reflujo	2.0	201,577	15	22.3710
Reacción	8.0	66,943	15	89.4840
Transferir al tanque de lavado	1.0	-	15+7.5	16.7782
Neutralización	0.4	-	15	4.4742
Lavado	0.4	-	15	4.4742
Secado	1.0	142,892	15	11.1855
Filtrado	1.5	-	7.5	8.3891
Agua de enfriamiento	6.0	-242,618	7.5	33.5565
Agua tratada	1.0	-	5.0	3.7285
Líquido térmico	12.5	-	7.5	69.904
Total		846,665		276.6545

En seguida se muestra el diagrama de flujo



QUIMICA

- 1.-Reactor
- 2.-Columna de Destilación
- 3.-Decantador
- 4.-Tanque de Lavados
- 5.-Condensador
- 6.-Enfriador
- 7.-Tanque de desperdicios
- 8.-Filtro
- 9.-Bombas

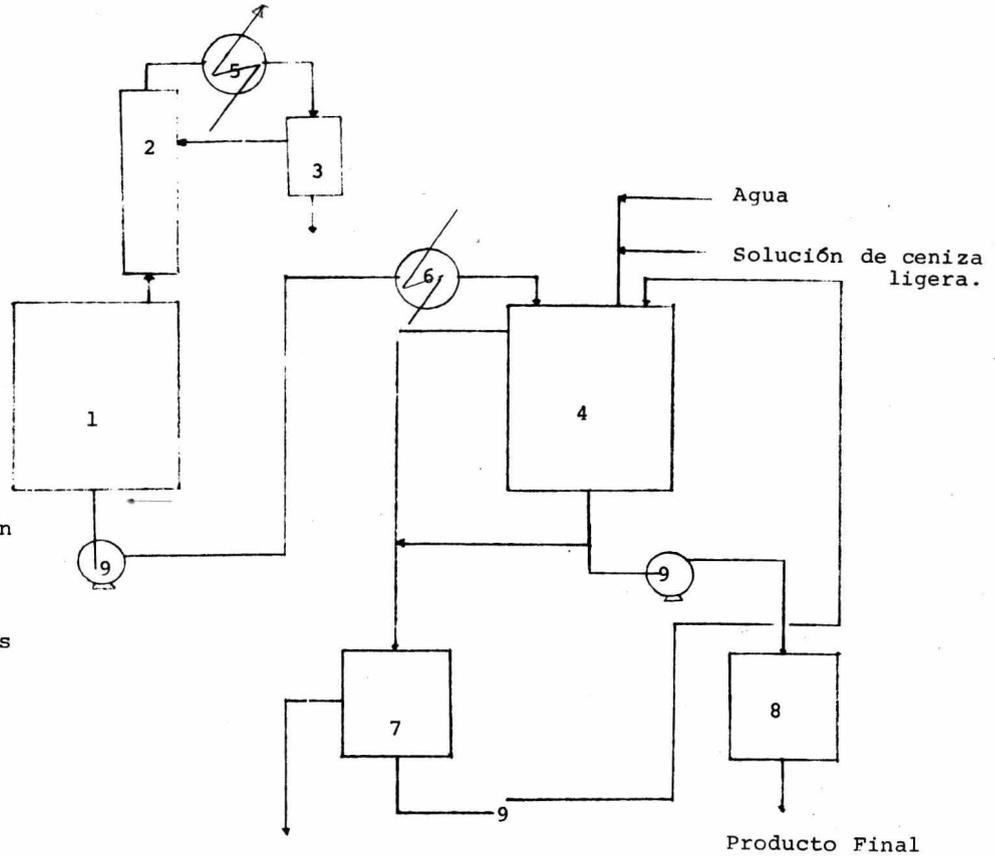


Diagrama de Flujo

E) ESPECIFICACIONES PRINCIPALES DEL EQUIPO

(ESTIMACION)

Reactor:

Capacidad (del balance de materia)			
	Kg	S. Gr.	Lt.
Acido Benzoico	2650	1.321	2006.05
DPG	1441	1.0232	1408.32
Catalizador	7	65	1.07
Tolueno	96	.866	<u>110.85</u>
			3526.29

El reactor trabajará a una capacidad del 88% (ref. 27)

Volúmen del reactor = 4000 Lt.

Agitador: alta velocidad (100 RPM)

motor 15 HP

Material de construcción:- Acero inoxidable 316 (ref.28)
Enchaquetado

Temperatura de operación:- 200 °C

Tanque de lavados:

	KG	S.Gr.	Lt.
BDPG	3604.8	1.1290	3192.91
DPG (sin reaccionar)	14.68	1.0232	14.35
Acido Benzoico (sin - reaccionar)	76.59	1.2210	59.49
Agua de lavados	600.0	1.0000	<u>600.0</u>
			3866.75

El tanque debido al proceso podrá llevarse a un 96% de su capacidad (ref. 27)

Capacidad del tanque = 4000 Lt.

Agitador: alta velocidad (180 RPM)

motor 15 HP

Temperatura de operación - 120°C

Condensador del reactor:

Tipo : Coraza y tubos

Tubos : Acero inoxidable 316

Coraza: Acero al carbón

Carga : (del balance de energía) 266,676.15 Kcal/hr

Area : 66_ft²

$$A_o = \frac{q}{U_D T}$$

$$U_D \text{ estimada} = 5 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}_f \text{t}^2 \text{ } ^\circ\text{r}} \quad (\text{ref. 29})$$

T = 204°F
calculada

$$A_o = \frac{67202}{5 \times 204} = 66_f \text{t}^2$$

Condensador al tanque de lavados:

Tipo : Coraza y tubos
 Tubos : Acero inoxidable 304 (ref. 28)
 Coraza : Acero al carbón
 Carga : (del balance de energía) 175,726 Kcal
 Area : $60_f t^2$

$$A_o = \frac{q}{U_D T}$$

$$U_D \text{ estimada} = 3 \text{ Btu/hr}_f t^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

(ref.29)

$$T = 250 \text{ } ^\circ\text{F}$$

calculada

$$A_o = \frac{44.283}{250 \times 3} = 60_f t^2$$

Sistema de líquido térmico:

Capacidad : 402,166 Kcal / hr = 1,595,896 Btu / hr

Combustible : Diesel

Temperatura de operación : 230°C

Líquido térmico : Mobil therm 603

Motor : 7.5 Hp

Filtro

Material de construcción Acero inoxidable 316
Modelo, Sparkler 18 - 9 - 15
Tipo: hoja horizontal

Columna

Material de construcción : Acero inoxidable 316
Dimensiones: 40 m \varnothing ; 2.5 m h
Empaque : anillos rashing inoxidable 316 (1 in.)

Bombas de proceso

Material: Acero inoxidable 316
Gasto : 50 gpm
Cabeza: requerida

Tanque de desperdicios

Material de construcción : Acero inoxidable 304
Capacidad 800 Lt.

Decantador

Material de construcción : Acero inoxidable 316
Capacidad: 400 Lt.
Otros: mirilla y arreglo de reflujo

Torre de enfriamiento (ref. 30)

Altura: 2 m

Material de construcción: madera

Diferencial de temperatura: 12°C

Pérdida de agua: 2% máximo

Carga: 1171.5 Kg agua / hr

Subestación eléctrica (ref.31)

Capacidad: 150 KVA

Voltaje: 440 volts

Línea de entrada: 10,000 volts

* se consideraron futuras expansiones dando un margen del 30% sobre la carga requerida.

$$KVA = \frac{IE \times 1.73}{1000}$$

F) METODO DE ANALISISPureza

Agregue con precisión por medio de una pipeta volumétrica aproximadamente de 1. a 1.3 gr. de la muestra, a un matraz de 250 ml. (TS) conteniendo 25 ml. de KOH alcohólica de 0.5N conectar a un condensador de reflujo y hervir por una hora. Simultáneamente correr un testigo consistente de 25 ml de la KOH alcohólica.

Al final de la hora añadir aproximadamente 25 ml de agua destilada a los 2 matraces a través del condensador, desconecte los matraces del condensador cuando estén fríos, enjuague el condensador con agua destilada y vacíe al matraz y titule el contenido del matraz. Titule usando indicador de fenolftaleína y una solución de HCl aproximadamente .3N (ref. 32)

Calculos

Titulación del testigo - titulación de la muestra = titulación neta.

$$\frac{\text{TITULACION NETA X NORMALIDAD X M.F. PESO DEL ESTER X 1000}}{\text{Peso Muestra}} = \% \text{ Pureza}$$

Acidéz

A un matraz erlenmeyer (en fondo blanco) agregue 10 ml de alcohol desnaturalizado, unas gotas de fenolftaleína y neutralice con NaOH N/10. Agregue aproximadamente 10 gr. de la muestra al alcohol neutralizado y titule a color rosa.

Glicol no Reaccionado

Reactivo = 200 ml de Piridina (la cual ha sido secada en KOH) a la cual es añadido .7 ml de agua destilada y mezclada completamente. Guardar perfectamente tapada.

Procedimiento

Pese cuidadosamente aproximadamente 10 gr. de la muestra seca y pongala en un matraz (TS) de 250 ml. Añada exactamente 15 ml. del reactivo acetilante, conecte el matraz a un condensador equipado en la parte superior con un tubo secante de cloruro de calcio. Caliente el matraz por una hr. en un baño de agua hirviendo. Corra simultáneamente un testigo consistente de 15 ml del reactivo acetilante.

Después de 1 hr. de reacción vierta aproximadamente 25 ml de agua destilada para bajar los condensados. Deje drenar y enfriar, quite el condensador y enjuague el condensador al matraz con agua destilada, agregue varias gotas de fenolftaleína y titule con NaOH aproximadamente .5N (ref. 32)

Cálculos

ml de NaOH testigo -ml NaOH muestra = A.

$$\frac{A \times \text{Normalidad} \times \text{Peso M.E.} \times 100}{\text{Peso de la muestra}} = \% \text{ glicol}$$

M.E. peso del DPG = .067085

Color

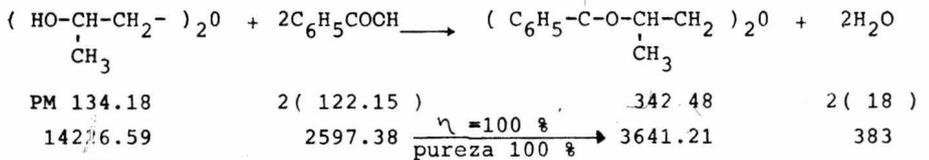
Compare con los standards APHA de color.

CAPITULO VI

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

A) BALANCE DE MATERIA

B) BALANCE DE ENERGIA

A) BALANCE DE MATERIAREACCION:

Base de cálculo 1 lote; eficiencia de reacción 99% (ref.21)

REACTIVOS:

Dipropilén glicol (reactivo limitante) pureza-99%

$$\text{DPG} = \frac{1426.59}{.99} = 1441 \text{ Kg}$$

Acido benzoico; pureza 99%, se pondrá un exceso del 1%

$$\text{Ac. B.} = \frac{2597.38}{.99} + .01 \frac{2597.38}{.99} = 2650 \text{ Kg.}$$

PRODUCTOS:

Benzoato de dipropilén glicol:

$$\text{BDPG} = 1441 \left(\frac{342.48}{134.18} \right) (.99) (.99) = 3604.8 \text{ Kg}$$

Agua formada:

$$\text{Agua} = 1441 \left(\frac{36}{134.18} \right) (.99) (.99) = 378.93 \text{ Kg}$$

Dipropilén glicol sin reaccionar:

$$\text{DPG} = 1441 - \left(1441 (.99) (.99) \right) = 28.68 \text{ Kg}$$

Acido benzoico sin reaccionar:

$$\text{Ac. B.} = 2650 - \left(2597.38 (.99) \right) = 78.59 \text{ Kg}$$

Composición de éste:

Insolubles	1.78 %	1.4 Kg
Acido Benzoico	54.07 %	42.5 Kg
Inertes solubles en H ₂ O	44.14 %	34.69 Kg

Composición en el Decantador:

De la gráfica de equilibrio la composición es:

Agua	34.00 %
Tolueno	64.5 %
DPG	1.5 %

Agua: Del balance de materia obtuvimos 379 Kg

Tolueno

$$64.5 \times \frac{379}{34} = 719 \text{ ,Kg}$$

$$\text{DPG} \quad 1.5 \times \frac{379}{34} = 16.72 \text{ Kg}$$

Para éste volúmen de agua la solubilidad es: (ref. 33)

Tolueno	1.335 %
DPG	83.12 %

De lo anterior se deduce que en el agua se perderán:

Tolueno	9.6 Kg
DPG	14.1 Kg

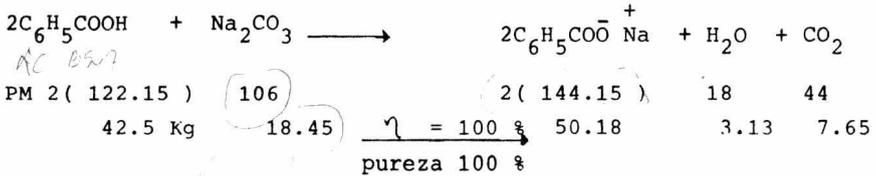
Composición del agua del decantador:

Tolueno	$\frac{9.6}{402.6} =$	2.38 %
DPG	$\frac{14}{402.6} =$	3.47 %

Composición en el Tolueno de recirculación:

DPG	$\frac{16.72 - 14}{719} =$	0.37 %
-----	----------------------------	--------

Neutralización: Eficiencia 99%



De las propiedades del Acido Benzoico sabemos que a 70°C; 22 g de Acido Benzoico se disuelven en 100 ml. de agua (ref. 33)

Inertes a disolver: (a los inertes con las propiedades del Acido Benzoico.)

$$\text{Inertes} = (78.59 - 1.4) = 77.2 \text{ Kg}$$

Agua requerida para la dilución:

$$\text{Agua} = 77.2 \left(\frac{.1}{.022} \right) = 351.0 \text{ Kg}$$

nosotros utilizaremos 600 Lt.

Acido Benzoico a neutralizar:

42.5

Na₂CO₃: pureza 98%, se utilizará un exceso del 5%

$$Na_2CO_3 = \frac{18.45}{.98} + .05 \left(\frac{18.45}{.98} \right) = 20.0 \text{ Kg}$$

Benzoato de Sodio formado:

$$\text{Benzoato de Sodio} = 18.45 \left(\frac{288.3}{106} \right) .99 = 49.7 \text{ Kg}$$

La solubilidad del Benzoato de Sodio en agua fría es: (ref. 33)
 1 gr. / 1.8 gr. de agua; por lo que no habrá ningún problema para lavar, usando 600 Lt. de agua.

Composición del agua al neutralizar:

			Kg.	%
Agua			600	84.06
Agua de reacción	(3.12) (.99)	=	3.1	0.44
Benzoato de Sodio			49.7	6.96
Acido Benzoico	42.5 - { 42.5 (.99) }	=	0.43	0.06
Na ₂ CO ₃	20.0 - { 18.45 (.99) }	=	1.74	0.24
Insolubles			1.4*	-
D P G	28.68 - 14	=	14.68	2.05
Inertes Solubles			44.14	6.19
			<u>713.79</u>	<u>100</u>

* no considerado

LAVADO

Se considera que al decantar permanecerán en el reactor 60 Kg. de agua cuya composición es:

$$\text{Agua residual} = \frac{60}{713.79} = 8.4 \%$$

Composición del agua en el lavado:

Al agregar 600 Lt. de agua para lavar tendremos:

		%	Kg
Benzoato de Sodio	49.70 $\left(\frac{.084}{660} \right)$	= 0.63	4.18
Acido Benzoico	0.43 $\left(\frac{.084}{660} \right)$	= 0.005	0.036
Na ₂ CO ₃	1.74 $\left(\frac{.084}{660} \right)$	= 0.02	0.146
Insolubles			1.4
DPG	14.68 $\left(\frac{.084}{660} \right)$	= 0.19	1.24
Inertes solubles	44.14 $\left(\frac{.084}{660} \right)$	= 0.56	3.71

Al decantar el agua de lavados de nuevo no podremos extraer 60 Kg de agua y las impurezas de ésta quedarán en nuestro produc

to, las cuales serán:

	$\frac{60}{600} = 9.1 \%$		
			Kg
Benzoato de Sodio	4.18 (0.091)	=	0.380
Acido Benzoico	0.036 (0.091)	=	0.003
Na ₂ CO ₃	0.146 (0.091)	=	0.013
DPG	1.24 (0.091)	=	0.113
Inertes solubles	3.71 (0.091)	=	<u>0.338</u>
			0.847

El Benzoato de Dipropilén Glicol es totalmente inmisible en agua por lo que consideramos que se pierden 4.8 Kg

Las impurezas que quedarán en el producto final representarán el .023%

FILTRACION

El filtro Sparkler es de una alta eficiencia y ésta se considera del 99.5%, por lo tanto:

$$\begin{array}{r} 3586.5 - 4.8 = \\ 3600 \end{array} \quad (.995) = 3582 \text{ Kg producto final}$$

De lo anterior se deduce:

$$\text{Eficiencia global} = \frac{3582}{3641.21} = 98.37\%$$

1
28 1070
5

B) BALANCE DE ENERGIA

Reactor:

Base de cálculo 1 lote (los productos entran en 18°C)

	Kg.	Fracco. peso	\bar{C}_p (ref. 28)	
Dipropilen Glicol	1441	.3436	0.62	.213032
Acido. Benzoico	2650	.6318	0.34	.341172
Tolueno	96	.023	0.59	.01357
Catalizador	7	.0016	7.00	.0112
	4194			\bar{C}_p mezcla .58 cal / gr. °C

Calentamiento hasta extracción de agua: (ref. 29)

$$Q_1 = m \bar{C}_p \Delta T + m \lambda_f \quad \lambda_f = 33.9 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

λ_f = Calor de fusión del Acido
do Benzoico.

$$Q_1 = 4194 (.58) (160 - 18) + 2650 (33.9) = 435\,253 \text{ Kcal}$$

Calentamiento para evaporar agua:

$$Q_2 = m_f \lambda_T + m \lambda$$

λ_T = calor de vaporización del
Tolueno

$$\lambda_T = 44.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$\lambda_D = 70 \text{ Kcal / Kg}$$

$$\lambda_A = 444.5 \text{ Kcal / Kg}$$

Del balance de materia se obtuvieron las cantidades de Azeótropo

$$Q_2 = 719 (44.45) + 16.72 (70) + 379 (444.45) = 201,576.5 \text{ (Kcal)}$$

Al extraer el agua hemos formado el Benzoato de Dipropilen glicol
cuyo \bar{C}_p ha sido estimado en 0.441 Kcal / Kg

Del balance de materia:

	Kg	Fracc. peso	\bar{C}_p	
Benzoato de dipropilen glicol	3604.8	.9692	.441	.42745
DPG	28.68	.0077	.62	.00478
Acido benzoico	78.59	.0211	.54	.01141
Catalizador	7.0	.0018	7.0	<u>.01317</u>
			\bar{C}_p mezcla = .45	

Calentamiento hasta 200°C

$$Q_3 = m C_p \Delta T$$

$$Q_3 = 3719.07 (.45) (200 - 160) = 66,943.26 \text{ Kcal}$$

Condensador 1 (condensación y enfriamiento):

$$Q_{c_1} = - Q_2 - Q_e$$

	Kg	Fracc. peso	\bar{C}_p	
Tolueno	719	.645	0.59	.38055
Agua	379	.34	1.00	.34
Dipropilen glicol	16.72	.015	0.52	<u>.0093</u>
			\bar{C}_p mezcla = .73	

Enfriaremos a 80°C

$$Q_e = 1114.72 (.73) (80 - 160) = - 65,099.65 \text{ Kcal}$$

$$Q_{c_1} = 2015765 - 65099.65 = 266,676.15 \text{ Kcal}$$

Condensador 2 (Enfriador):

enfriamos de 200° a 95°C

$$Q_{c_2} = m C_p \Delta T$$

$$Q_{c_2} = 3719.07 (.45) (95 - 200) = - 175,726 \text{ Kcal}$$

Temperatura en la neutralización:

	Kg	Fracc. peso	\bar{C}_p	
Agua	600	0.9677	1.000	0.9677
Na ₂ CO ₃	20	0.0323	0.273	0.0088
			\bar{C}_p mezcla = 0.98	

$$m_1 C_{p1} (T_2 - T_1) = m_2 (p_2 (T_1 - T_2))$$

$$3719.07 (0.45) (100 - T_1) = 620 (0.98) (T_1 - 18)$$

$$- 1673.5815 T_1 + 167358.15 = 607 T_1 - 10936.8$$

$$T_1 = 78^\circ\text{C} \approx 75^\circ\text{C} (\text{pérdidas de calor})$$

Temperatura en el lavado:

$$m_1 C_{p1} (T_2 - T_1) = m_2 C_{p2} (T_1 - T_2)$$

$$3604.8 (0.441) (75 - T_1) = 600 (1) (T_1 - 18)$$

$$119228.76 - 1589.7168 T_1 = 600 T_1 - 10800$$

$$T_1 = 59^\circ\text{C} \approx 55^\circ\text{C}$$

Extracción de agua del tanque de lavados. (elevar T a 120°C)

$$T_c = 707^\circ\text{F} \quad T_c - T = 484^\circ\text{F} \quad \lambda = 625 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \quad (\text{ref. 29})$$

$$Q_4 = m_1 C_{p1} \Delta T + m_2 \lambda_2 + m_3 C_{p3} \Delta T$$

	Kg	Fracc. peso	\bar{C}_p	
Benzoato de dipropilen glicol	3600	0.9836	0.441	0.43377
Agua	60	0.0164	1.000	0.0163
			\bar{C}_p mezcla = 0.45	

$$Q_4 = 3660 (0.45) (92 - 55) + 60 (625) + 3600 (0.441) (120 - 92)$$

$$Q_4 = 142,897. \text{ Kcal}$$

Calculo del agua de enfriamiento

Del balance de energía:

$$Q_{C_1} = 266,676.15 \text{ Kcal}$$

$$Q_{C_2} = 175,726 \text{ Kcal}$$

Punto crítico: (máximo consumo de agua)

$$Q \text{ Total de enfriamiento} = \frac{266,676.15}{3 \text{ hr.}} = 88,892 \text{ Kcal}$$

$$Q_{T_e} = 175,726$$

$$m C_p \Delta T = Q$$

$$m = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

La ΔT recomendada es 12°C por lo tanto si muestra agua, entra al condensador a 18°C ; saldrá a 30°C .

$$m = \frac{175726 \text{ Kcal} / \text{hr.}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (12)^\circ\text{C}} = 14643.83 \text{ a } 30^\circ\text{C}$$

Suponiendo que en la torre de enfriamiento tenemos una pérdida de agua del 2% por el arrastre del aire

$$m = 14643.83 \text{ Kg} + .02 (14643.83) = 14936.71 \text{ Kg de H}_2\text{O}$$

Volúmen de la cisterna: 15.0 m^3

$$\frac{14643.83}{\text{hr}} \times \frac{\text{gal}}{3.785 \text{ Lt.}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min.}} = 65 \frac{\text{gal}}{\text{min.}}$$

Bomba para enfriamiento 65 gpm

CAPITULO VII

LOCALIZACION DE LA PLANTA

A) LOCALIZACION

B) FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE
PARA LA LOCALIZACION DE UNA PLANTA.

A) LOCALIZACION DE LA PLANTA

La localización adecuada de la planta es tan importante como la selección del proceso para el éxito de ésta . No solo deben considerarse factores palpables como: mano de obra, y facilidades de materia prima, sino también deben considerarse otra serie de factores no tan fácilmente detectables.

La selección de la localización de la planta debe ser basada en un estudio muy detallado en el cual todos los factores son evaluados. Tal estudio generalmente es bastante costoso, pero una falsa economía en éste punto puede llevar a grandes pérdidas en el futuro.

B) FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA LA LOCALIZACION DE UNA PLANTA

A continuación se mencionan los factores de mayor importancia que deben considerarse en el estudio de la localización de una planta. (ref. 27)

Materias primas.

La selección de la fuente de materias primas, aunque puede no ser en la planta misma, es un factor de la extrema importancia para la localización de una planta.

La fuente de abastecimiento de cada materia prima debe ser determinada, basándose en requerimientos futuros. También deben evaluarse alternativas de abastecimiento. El costo de las materias primas en planta puede ser determinado de todas esas fuentes de abastecimiento, tomando en cuenta la calidad y cantidad requeridas para el proceso.

Transporte:

El ingeniero encargado del proyecto debe obtener información relacionada a la transportación por medio de expertos en la materia; para establecer la optimización en la localización de la planta respecto al transporte. Esta información se pue-

de conseguir con agentes de tráfico y fletes, quienes conocen las facilidades de los ferrocarriles, camiones, etc..

Las facilidades y velocidad de transporte pueden ser un factor controlante para la localización de una planta. Por ejemplo las industrias del plástico, deben considerar que sus envíos serán pequeños, para distintos compradores y en lugares diferentes. Otra consideración importante es cuando el envío no es "capacidad del transporte máxima," en éste caso los precios de flete son mas elevados.

Ferrocarril:

Aunque el transporte en camión se ha incrementado grandemente en los últimos años, la mayoría de las plantas importantes tienen acceso al ferrocarril (ezpuela.) Los ferrocarriles continúan llevando un gran número de productos de un lugar a otro.

Debe hacerse una evaluación detallada de las redes de ferrocarril ya que la transferencia del producto de un tren a otro cuesta dinero.

Es bien sabido que aunque en México el transporte por ferrocarril es bastante económico, la eficiencia de éste, deja mucho que desear, tanto en tiempo de entrega como en la red que cubren.

Transporte por agua:

El transporte por agua es y probablemente será mas barato, especialmente en grandes cantidades. Es definitivamente una gran ventaja para una planta el poder localizarse en un lugar adyacente a agua navegable.

Otros medios de transporte:

El servicio que ofrecen las líneas aéreas, el correo, y algunas compañías de pipas, varía en importancia dependiendo de la planta en cuestión.

Agua de proceso:

Las industrias de proceso se colocan sobre todas las demás, como consumidoras de agua. Ninguna planta de proceso podrá operar sin agua, la cual se usa tanto como medio de enfriamiento, como materia prima directa en ciertas fases del proceso. Por esto el abastecimiento de agua en el área, debe ser estudiada exhaustivamente antes de que dicha área pueda considerarse como una posible elección. El estudio debe ser complementado por expertos en aguas, incluyendo geólogos e ingenieros químicos especializados en problemas de agua.

Contaminación:

La contaminación tanto de ruido como de productos de desecho es un punto de suma importancia en lugares poblados. Afortunadamente en la actualidad, hay reglamentaciones contra la contaminación no sólo de tipo ético o moral sino legal.

Combustible y energía:

Todas las plantas de proceso requieren vapor y corriente eléctrica para su operación. La energía eléctrica es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, sin embargo se debe considerar la instalación de una planta de emergencia.

El costo de los combustibles debe ser analizado detalladamente en cada lugar; en algunas comunidades existen redes de gas natural, el cual es bastante económico.

Mano de obra:

El costo de la mano de obra representa en la mayor parte de los productos un porcentaje considerable. Cada región debe ser evaluada respecto a la habilidad de los trabajadores.

Los nombres de mantenimiento representan una parte fundamental en el proceso de la planta. Deben por supuesto, tomarse en cuenta los reglamentos de tipo gubernamental al respecto.

Fuerza de la naturaleza:

Las condiciones de una determinada comunidad deben ser estudiadas de varios años atrás. Se debe tomar principal atención a huracanes, temblores o inundaciones. Estas catástrofes incrementan grandemente el costo de construcción. Con temperaturas extremas se requiere de implementos auxiliares para proteger las instalaciones. Se recomiendan climas templados, los cuales abaratan la construcción, y mejoran la eficiencia de los trabajadores.

Factores de la comunidad:

Uno de los factores mas importantes que generalmente se descuidan es éste. Se debe contar con bancos, centros comerciales, hospitales, hoteles, lugares de recreo, escuelas, bibliotecas, deportivos, etc., cercanos a la planta. Se ha comprobado que los operarios que laboran en plantas con estos factores realizan su trabajo con mayor eficiencia.

Analizando los factores antes mencionados se determinó localizar la planta en los Reyes, Edo. de México, en donde contamos con lo siguiente: Carreteras inmediatas, posible construcción de una ezpuela de ferrocarril, teléfono directo a la Ciudad de México, transporte rápido para los operadores durante las 24 hrs. del día, agua del municipio, un canal de desperdicios adyacente al terreno para las aguas residuales, línea de corriente eléctrica de 10,000 volts, la mano de obra directa localizada en los Reyes, gasolineras próximas para el abastecimiento de combustibles, el Pueblo de los Reyes cuenta con centros recreativos, y además el mercado mas importante para nuestro producto está localizado en el Valle de México.

CAPITULO VIII

ANALISIS ECONOMICO

- A) EVALUACION ECONOMICA DEL ESTUDIO
- B) DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA
- C) MODELO DE RESULTADOS
- D) PUNTO DE EQUILIBRIO
- E) FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO
- F) RIESGO DEL PROYECTO

A) EVALUACION ECONOMICA DEL ESTUDIO

A continuación se citan los principales elementos que se consideran para la evaluación del Estudio de Factibilidad económica.

Debido a la situación inflacionaria que aún prevalece, es necesario tener presente que la evaluación depende fundamentalmente de la estabilidad de los precios, tanto de las materias primas como del equipo, por ello estos precios deberán ser considerados estáticos, de forma que se permita analizar el análisis de los resultados.

1) <u>INVERSION FIJA</u>	<u>CCSTO (\$)</u>
Reactor (4000 lt.)	150,000
Agitador	60,000
Sello Mecánico	10,000
Tanque de Lavados (4000 lt.)	100,000
Agitador	60,000
Sello Mecánico	10,000
Tanque (800 lt.)	20,000
Columna de destilación	40,000
Decantador (400 lt.)	20,000
Filtro Sparkler	50,000
2 Condensadores	70,000
Sistema de Tratamiento de Aguas	50,000
Sistema de Líquido Térmico	280,000
Torre de Enfriamiento	20,000
Bombas	80,000
Subestación Eléctrica (150 KVA)	100,000
Costo del Equipo (A)	\$1,120,000
Instalación (20% A)	224,000
Tubería, bridas, válvulas etc. (25%A)	280,000
Equipo Eléctrico (20%A)	224,000
Instrumentación (10% A)	112,000

(ref. 34, 35, 36)

Evaluación Económica del Estudio

1) Inversión Fija	Costo (\$)
Aislamiento (5% A)	56,000
Pintura (3% A)	33,600
Edificios y Estructura (30% A)	336,000
Cisterna (40 m ³)	11,000
5 Tanques de Almacén (30,000 lt.c/u)	225,000
Terreno y Acondicionamiento (5,000 m ²)	200,000
Costo físico de planta (B)	\$2,821,600
Ingeniería (10% B)	282,160
Costo directo de planta (C)	\$3,103,760
Imprevistos (20% C)	620,752
Sub total	\$3,724,512
Equipo Auxiliar	
Equipo de seguridad	40,000
Alumbrado	30,000
Báscula	20,000
Reloj	5,000
Tarimas	5,000
Montacarga	100,000
Equipo de laboratorio	50,000
Equipo de oficina	60,000
Sub total	\$ 310,000
Inversión fija	\$4,034,512

2) CAPITAL DE TRABAJO

a) Inventario de materias primas

Productos de importación: 2 meses

Productos nacionales: 15 días

Acido Benzoico = $\frac{1,000,000 \text{ Kg} \times 7.44 \times 2 \text{ meses} \times 95}{\text{Kg} \times 12 \text{ meses}} = \$1,116,000$

Dipropilén Glicol	=	$\frac{1,000,000 \text{ Kg} \times .405 \times 0.5 \text{ mes} \times 14\$}{\text{Kg} \times 12 \text{ meses}}$	= \$ 236,250,
Tolueno	=	$\frac{1,000,000 \text{ Kg} \times .003 \times 0.5 \text{ mes} \times 3.46\$}{\text{Kg} \times 12 \text{ meses}}$	435.5
Otros	=	$\frac{1,000,000 \text{ Kg} \times .002 \times 0.5 \text{ mes} \times 200\$}{\text{Kg} \times 12 \text{ meses}}$	16,666.6
Carbonato de Sodio	=	$\frac{1,000,000 \text{ Kg} \times .005 \times 0.5 \text{ mes} \times 3.60\$}{\text{Kg} \times 12 \text{ meses}}$	750
		Total	\$1,370,099

Capacidad (ton)	Inventario Materias Primas (\$)
1,000	1,370,099
1,500	2,055,149
2,000	2,740,198

A continuación se muestra una gráfica que marca las necesidades de Inventario de materias primas a diferentes capacidades.

b) Inventario de producto terminado

Un mes al costo de producción incluyendo la depreciación

Capacidad (ton)	Inventario de Producto Terminado (\$)
1,000	1,167,916
1,500	1,726,625
2,000	2,269,333

c) Cuentas por cobrar

Dos meses al precio de venta

d) Caja y bancos (Efectivo)

1% sobre ventas netas

3) Costos Fijos

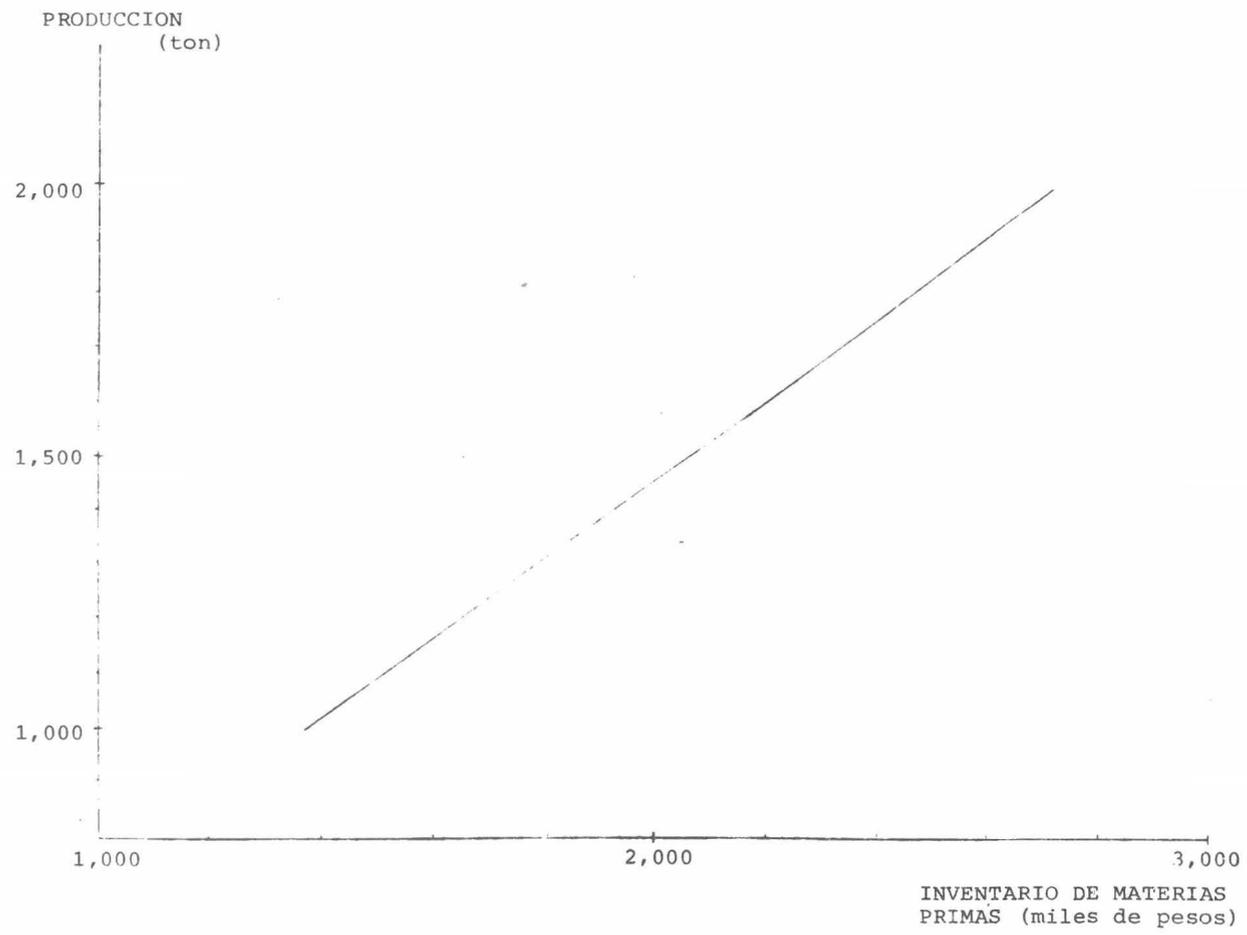
a) Depreciación

Equipo (10 años)

$$E = \$ \frac{2,049,600}{10 \text{ años}} = 204,960 \text{ \$ / año}$$

Edificios y Construcción Civil (20 años)

$$Ed = \$ \frac{572,000}{20 \text{ años}} = 28,600 \text{ \$ / año}$$



Depreciación = 233,560 \$ / año

4) Costo de Producción

a) Costo de materia prima (Base 1 lote) (ref. 34)

Material	\$/Kg	Kg	Kg/kg producto	
Acido Benzoico	9.00	2650	.744	6,696
Dipropilen Glicol	14.00	1441	.405	5,670
Carbonato de Sodio	3.60	20	.005	0.018
Tolueno (pérdidas)	3.46	9.6	.003	0.010
Otros	200.00	8	.002	0.400
Plastificante		3582		

Costo materia Prima 12.80 \$/Kg

b) Mano de Obra Directa (Año = 395 días)

Obreros por turno : 6

\$ / día :130

M.O. = $\frac{\$130 \times 395 \text{ días} \times 6 \text{ op}}{\text{año}}$ 308,100 \$/año

c) Supervisión (Año = 13 meses)

	<u>Número en 3 turnos</u>	\$/mes	\$/año
Almacenista	1	4,500	58,500
Ayudante	2	3,000	78,000
Ingeniero en Turno	3	7,000	273,000
Laboratorista	1	4,000	52,000
Secretaria	1	4,000	52,000

Supervisión = 513,500 \$/año

d) Mantenimiento (3% sobre inversión fija)
(ref. 35)

$$M = .03 (4,034,512) = 121,035 \text{ \$/año}$$

e) Servicios

+ Combustibles:

$$\text{Diesel} + \frac{10 \text{ Lt.} \times 3 \text{ turnos} \times 360 \text{ días} \times .54\$}{\text{Turno} \quad \text{Año} \quad \text{Lt}} = 5,832 \text{ \$/año}$$

$$\text{Gasolina} = \frac{10 \text{ Lt.} \times 2.1 \$ \times 360 \text{ días}}{\text{Día} \quad \text{Lt.} \quad \text{año}} = 7,560 \text{ \$/año}$$

$$\text{Combustibles} = 13,392 \text{ \$/año}$$

+ Electricidad

$$E = \frac{276.6545 \text{ KWH} \times .25 \$}{\text{}} = 69.164 \text{ \$/lote}$$

f) Envase

Tambores de 200 litros

Costo: \$200

Capacidad: 225 Kg

Estos envases serán retornables y se considera que la duración de éstos es cuatro veces, la mitad de nuestra producción se venderá en pipa.

$$E = \frac{\$200}{225 \text{ Kg} \times 4 \text{ veces} \times 2} = .111 \text{ \$/ Kg.}$$

COSTO DE PRODUCCION

A continuación se muestra como varía el costo de producción - con respecto a las toneladas producidas, esto es lógico porque los gastos se absorben a mayor producción.

BASE 1 KG. PRODUCCION FINAL	1000 ton \$	1500 ton \$	2000 ton \$
Costo de materia prima	12.800	12.800	12.800
Mano de obra directa	0.206	0.205	0.154
Supervisión	0.423	0.342	0.256
Electricidad	0.016	0.016	0.016
Combustibles	0.013	0.008	0.006
Envase	0.111	0.111	0.111
Mantenimiento	0.112	0.075	0.056
Otros	0.100	0.100	0.100
Subtotal	13.781	13.657	13.499
Depreciación	.234	.156	.117
Total	14.015	13.813	13.616

5) Gastos Generales (ref. 35)

a) De administración
3% de ventas netas

b) De ventas
2.5% sobre ventas netas

c) De Financiamiento
Préstamo: El primer año \$3,000,000
El segundo año \$2,000,000

Interés a 5 años: 12% anual

d) Tecnología
1% sobre ventas netas

e) De distribución
1% Sobre ventas netas

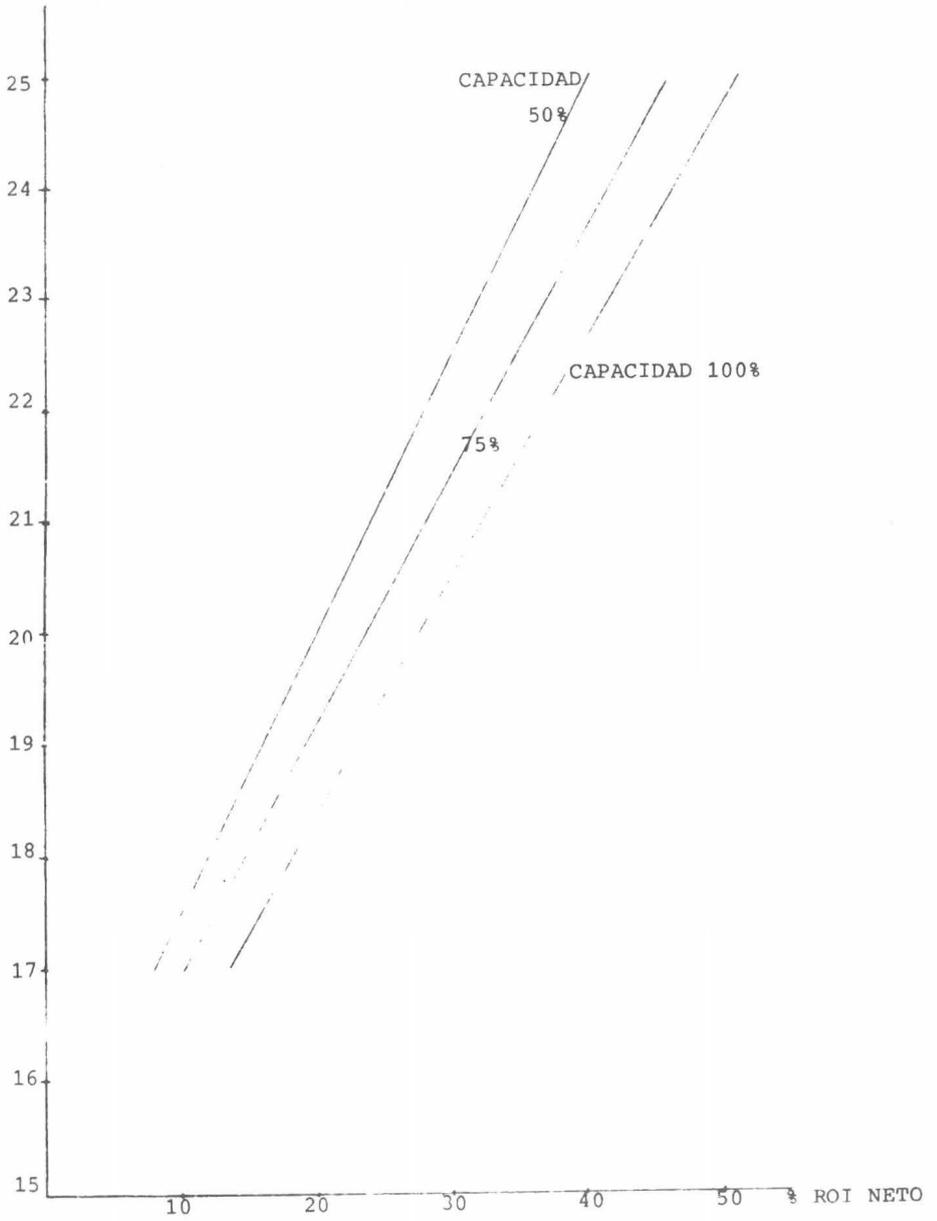
B) DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA.

A continuación se muestra una gráfica de sensibilidad de precio de venta v.s. ROI neto a diferentes capacidades, nuestro precio de venta se ha estimado en \$18.50 promedio, éste precio se fundamentó en los precios de venta de los diferentes plastificantes mas conocidos en el mercado, los que se muestran enseguida:

PLASTIFICANTE	PRECIO (\$ / Kg)
DOP	16.00
DBP	17.00
DMP	19.00
BBP	36.90
BCP	30.00
BDPG	18.50

El precio de nuestro plastificante además: fue basado en el ROI neto, el cual como se muestra es atractivo al precio que hemos fijado.

PRECIO DE VENTA
(\$/Kg)



C) MODELO DE RESULTADOS

Hemos calculado para diferentes niveles de producción el Estado Proforma, el cual nos dará una pauta para conocer, tanto las utilidades como el capital que debemos invertir en cada uno de los casos; la capacidad máxima de nuestra planta será de 2,000 ton/año - por lo que se muestra la estimación a 1,000 ton/año (50% de capacidad) 1,500 ton/año y 2,000 ton/año. (La estimación siguiente está dada en miles de pesos).

<u>ESTADO</u> <u>PROFORMA</u>	<u>MILES DE PESOS</u>		
	<u>1,000 Ton</u>	<u>1,500 Ton</u>	<u>2,000 Ton</u>
<u>BASE 1 AÑO. PRECIO DE VENTAS \$18.50</u>			
Inversión Fija	4,035	4,035	4,035
Efectivo	185	277.5	370
Cuentas por Cobrar	3,083	4,625	6,167
Inventario de Materias Primas	1,370	2,055	2,240
Inventario de Productos Terminados	1,168	1,727	2,269
Capital de Trabajo	+5,806	+8,684.5	+11,546
Inversión Total	+9,841	+12,719.5	+15,581
Ventas	18,500	27,750	37,000
Costo de Producción	13,781	20,763	26,998
Fletes	185	277.5	370
Costo de lo vendido	+13,966	+20,763	+27,368
Utilidad Bruta	4,534	6,987	9,632
Pago de Tecnología	185	277.5	370
Gastos Financieros	360	600	600
Gastos de Ventas	462.5	694	925
Gastos Administrativos	555	832	1,110
Gastos Generales	+1,562.5	+2,404	+3,005
Utilidad de Operación	2,971.5	4,583	6,627
Depreciación	234	234	234
ROI	2,737.5	4,349	6,393
% ROI	27.81	34.18	41.03
Reparto de Utilidades	219	348	511.5
Impuestos	1,150	1,826.5	2,685
Utilidad líquida	1,368.5	2,174.5	3,196.5
% ROI Neto	13.9	17.09	20.5

D) PUNTO DE EQUILIBRIO

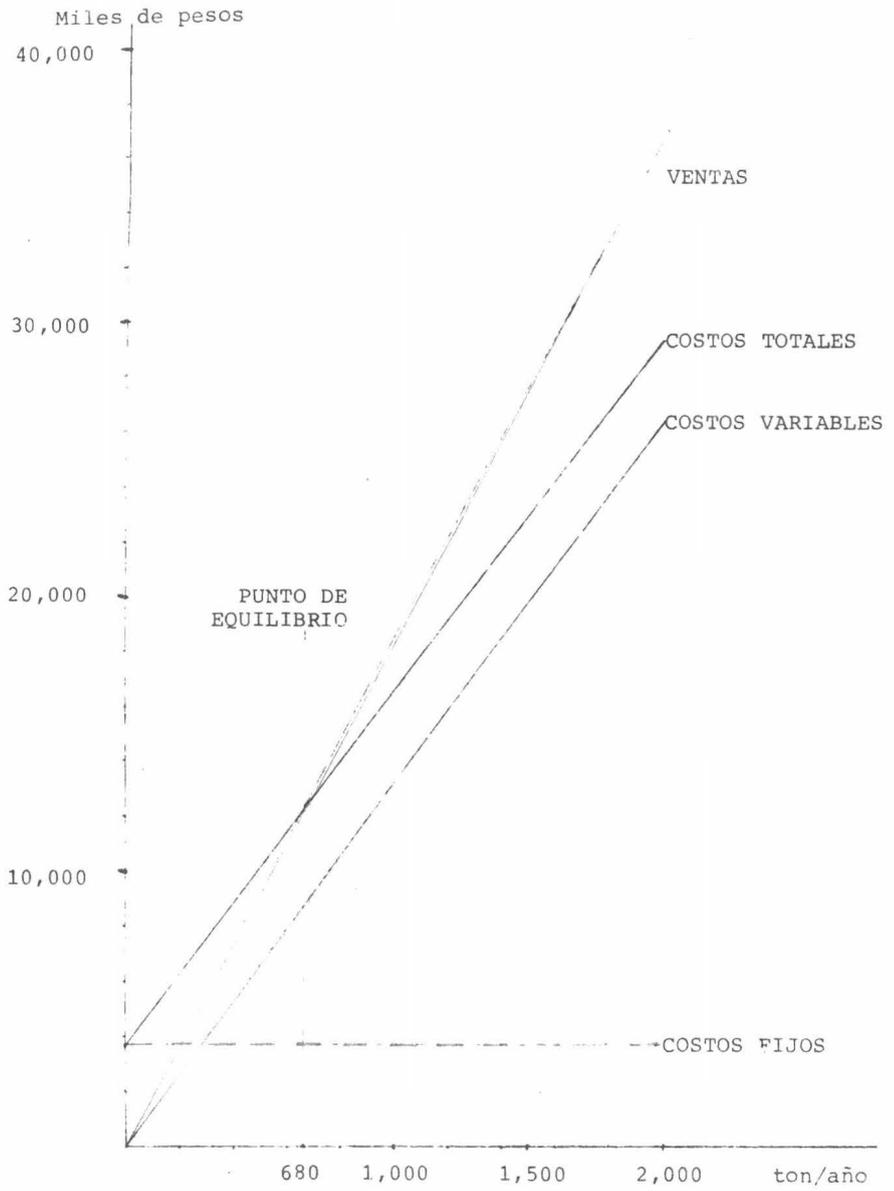
Este cálculo nos permite conocer el número de unidades que se deben vender para que por lo menos se logren - pagar los gastos totales de la planta, es decir, es el punto en el cual ni se pierde ni se gana dinero. La evaluación se efectuó a la capacidad de: 1,000 , 1,500 y 2,000 ton/año.

CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

<u>Costos Fijos</u>	<u>\$/año</u>
Supervisión	513,500
Mano de Obra directa	308,100
Mantenimiento	121,035
Depreciación	233,560
Servicios	60,700
Gastos administrativos	555,000
Gastos de ventas	462,500
Gastos de financiamient	<u>600,000</u>
C.F. Total	2,854,395

<u>Costos Variables</u>	<u>\$/año</u>		
	<u>1,000 ton</u>	<u>1,500 ton</u>	<u>2,000 ton</u>
Materia prima	12,800,000	19,200,000	25,600,000
Flete	185,000	277,500	370,000
Envase	111,000	166,500	222,000
Tecnología	185,000	277,500	370,000
C.V. Total	<u>13,281,000</u>	<u>19,921,500</u>	<u>26,562,000</u>
Ventas total	18,500,000	27,750,000	37,000,000
<u>Costos totales</u>	16,135,395	22,775,895	29,416,395

Se anexa la gráfica correspondiente.



PUNTO DE EQUILIBRIO

De la gráfica anterior podemos deducir que para cubrir los gastos totales (costos fijos más costos variables) debemos producir 680 ton/año o sea trabajar al 34 % de la capacidad instalada.

E) FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO (DCF)

Se planea arrancar a una capacidad del 50%, éste arranque será a mediados de 1977 y se incrementará la producción en el 15% anual, alcanzando la máxima capacidad en 1981; con estos cálculos podremos conocer el tiempo en el que se paga la inversión así como el efectivo que manejaremos cada año.

El primer año pediremos un préstamo de \$3,000,000.00 y el segundo año \$2,000,000.00 y se piensa pagar este dinero a 5 años con un interés del 12% anual.

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION (TON/AÑO)</u>
1977	500
1978	1,300
1979	1,600
1980	1,900
1981	2,000
1982	2,000

El cálculo del DCF nos ayudará a evaluar con mayor precisión el estudio económico, ya que el DCF considera el flujo de efectivo a diferencia del ROI.

Además con el DCF se puede conocer con precisión el tiempo de recuperación de la inversión. Otra ventaja es la consideración del valor presente; el cual toma en cuenta la depreciación del dinero.

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	\bar{x}
Inversión fija.	4035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Efectivo	92.5	148	55.5	55.5	18.5	-	-	-	-	-	
Cta. por cobrar	1542	2467	925	925	308	-	-	-	-	-	
Inventarios	2538	778	743	743	237	-	-	-	-	-	
Cap. del trabajo	4172.5	3393	1723.5	1723.5	563.5	-	-	-	-	-	10,150
Inv. total	8207.5	3393	1723.5	1723.5	563.5	-	-	-	-	-	14,185
Ventas	9250	24050	29600	35150	37000	37000	37000	37000	37000	37000	32,005
Costo de producc.	6890.5	17816.5	21792	25707	27000	27000	27000	27000	27000	27000	23,421
Gastos ventas	231	601	740	879	925	975	925	925	925	925	
Gastos tecnología	92.5	240.5	296	351.5	370	370	370	370	370	570	
Gastos Administrat.	277.5	721.5	888	1054.5	1110	1110	1110	1110	1110	1110	
Fletes	92.5	240.5	296	351.5	370	370	370	370	370	370	
Gastos Financieros	360	600	600	600	600	240					
Gastos generales	7943.5	20220	24612	28943.5	30375	3005	29775	29775	29775	29775	26,121
Utilidad bruta	1306	3830	4988	6206.5	6625	6985	7225	7225	7225	7225	5,884
Depreciación	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234
Impuestos	450	1510	1997	2508.5	2684	2835.5	2936	2936	2936	2936	
Reparto utilidades	86	788	380	478	511	540	559	559	554	559	
Utilidad líquida	536	1798	2377	2986	3196	3375.5	3496	3496	3496	3496	2,825
Efectivo manejado	770	2032	2611	3220	3430	3609.5	3730	3730	3730	3730	3,054
Flujo de efectivo	(7437.5)	(1361)	887.5	1496.5	2866.5	3609.5	3730	3730	3730	3730	

(MILES DE PESOS)

FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO

Del cálculo del flujo de efectivo (DFC) podemos notar que la inversión total se recupera a los seis años y a los cinco años, podemos pagar íntegramente el préstamo de - - \$5,000,000.00 También observamos que los dos primeros años hay un poco riesgo observándolo en el flujo de efectivo, el cual es negativo.

Comparando el estado Proforma y el Flujo de efectivo podemos asegurar que el proyecto es atractivo.

F) RIESGO DEL PROYECTO

Se ha hecho la evaluación para conocer si podemos y a que grado asimilar una deflación o alguna otra razón o causa que pudiera afectar el proyecto; es decir si por algún motivo nos suben los costos de materia prima, costos de producción, etc saber cual es el máximo que podemos absorber.

$$\text{Factor de Descuento} = \frac{1}{1+I}^n$$

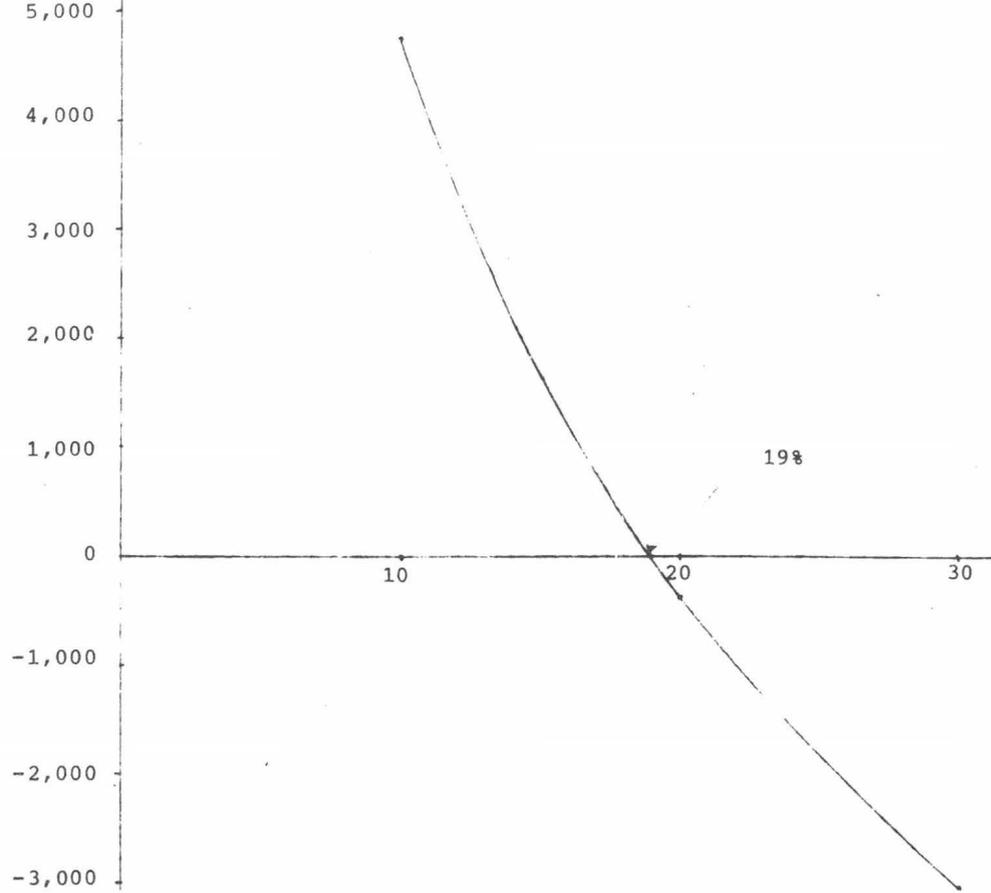
I = Interés

n = Número de años

En seguida se muestra el cálculo del riesgo máximo que podemos aceptar sin perder dinero, se calcula para tres casos 10, 20 y 30% de interés.

AÑO	CASH FLOW	10%		20%		30%	
		FACTOR	CANTIDAD	FACTOR	CANTIDAD	FACTOR	CANTIDAD
1977	(7437.5)	1.000	(7437.5)	1.000	(7437.5)	1.000	(7437.5)
1978	(1361)	.909	(1237)	.833	(1134)	.769	(1047)
1979	887.5	.876	742	.694	616	.592	525
1980	1496.5	.751	1124	.579	866.5	.455	681
1981	2866.5	.683	1958	.482	1382	.350	1003
1982	3609.5	.621	2241.5	.402	1451	.269	1068
1983	3730	.564	2104	.335	1249.5	.207	772
1984	3730	.513	1913.5	.279	1040.5	.159	593
1985	3730	.467	1742	.233	369	.123	459
1986	3730	.424	1581.5	.194	724	.094	350.5
Total	14981.5		4732		(373)		(3033)

FLUJO DE EFECTIVO (miles de pesos)



FACTOR DE DESCUENTO (%)

CAPITULO IX

CONSIDERACION FINAL

A) RESUMEN

B) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A) RESUMEN

La Industria en México en el sector Petroquímico deberá alcanzar un alto grado de integración para poder soportar la crisis inflacionaria que estamos atravesando.

El benzoato de dipropilenglicol es un plastificante de alta solvatación, el cual compara favorablemente en propiedades con los demás plastificantes existentes en el mercado; es superior a la resistencia a la extracción de solventes y al manchado. Se utiliza principalmente en plastisoles, pisos vinílicos, extrusiones, adhesivos y recubrimientos.

En base al estudio de mercado se determinó una capacidad de producción de 2,000 Ton/año.

El benzoato de dipropilenglicol puede ser obtenido por la esterificación directa del ácido benzoico con el dipropilenglicol, usando un solvente para la extracción del agua de reacción.

El método de análisis consiste en hidrolizar al éter en medio básico y posteriormente titular la sal con ácido clorhídrico, usando la fenolftaleína como indicador.

Se determinó localizar la planta industrial en el Valle de México, debido a que se encontró un consumo del producto del 60% en ésta zona y además cuenta ésta, con los servicios necesarios.

Considerando el estudio económico se planea arrancar la Planta a mediados de 1977 al 50% de su capacidad alcanzándose la máxima capacidad en 1981. El ROI fué estimado a un precio de venta 18.50 \$/Kg.: a 1,000 ton/año - 13.9%; a 1,500 ton/año -17.09% y a 2000 ton/año - 20.5%. La inversión fija fué estimada en \$4,035,000 y la inversión total el primer año fué de \$8,207,500.00 El primer año se pedirán \$3,000,000.- de Préstamo y el segundo año \$2,000,000.- En base al cálculo a 10 años del flujo de efectivo descontado (DCF) se encontró una rentabilidad del 19% tomando como precio de venta 18.50 \$/kg. de producto.

B) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Industria Petroquímica en México ha tenido en los últimos años un crecimiento del 15% anual promedio. Esto favorece grandemente la facilidad de inversión en nuevos productos. En nuestro caso se analizó un plastificante que no se produce en nuestro país y que según se vió tiene un mercado potencial digno de consideración.

El análisis realizado reportó una Inversión Fija de - \$4,035,000.- planeando arrancar a mediados de 1977; el Capital de Trabajo promedio en diez años sería de \$10,150,000.- y una inversión total también promedio en diez años sería de \$14,185,000.00 El proyecto se paga íntegramente a finales del sexto año de operación con una rentabilidad de 19% promedio.

El éxito del proyecto depende fundamentalmente del apoyo de las autoridades gubernamentales con respecto al cierre de la frontera, aunado a la disponibilidad de ácido benzoico, el cual no se produce en México con la calidad que requiere nuestro proceso, además como es bien sabido dependeremos grandemente de la Tecnología.

Por otra parte se recomienda efectuar un estudio de tal profundidad que permita formarnos un juicio del Mercado con cifras muy cercanas a la realidad lo cual implicaría un análisis detallado que sale de los alcances del presente estudio.

En conclusión, se requiere la revisión del presente estudio con el fin de determinar la factibilidad de la realización de una Planta de Benzoato de Dipropilénlicol en México.

Finalmente, debido a que atravesamos por una crisis inflacionaria mundial y que por supuesto nos afecta, para contrarrestar la obsolescencia a la que el presente estudio está condenado, se sugiere revisar cualquier cambio de los factores considerados en el presente estudio.

CAPITULO X

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Reunión Nacional sobre Petroquímica
Instituto de Estudios Políticos Económicos y Sociales
1976
- 2.- Polivinyllchloride
H.S. Sarventnick
Reinhold Co. 1969
- 3.- PVC Technology
W.S. Penn, B.Sc. 2nd Edition
MacLaren 1967
- 4.- The Behavior of Plastizicers
Melan Ibert
1961
- 5.- Modern Plastic Encyclopedia
Vol. 47/No.10A
1970-1971
- 6.- Velsicol Technical Bulletin
35060-4
March 1971
- 7.- Fundamental University Physics Vol.II
M.Alonso-E.J.Finn
Addison Wesley 1967
- 8.- Velsicol Technical Bulletin
35060-7
Sept. 1971
- 9.- Velsicol Technical Bulletin
35060-12
October 1971
- 10.-Organic Chemistry
H.Rakoff&N.C.Rose
Collier-MacMillan 1967
- 11.-Organic Chemistry 2nd Edition
R.T. Morrison & R.N. Boyd
Allyn and Bacon 1967
- 12.-Organic Chemistry
Allinger- Johnson- Cava- Lebel- DeJongh- Stevens
Worth 1971
- 13.-Velsicol Technical Bulletin
35060-3
March 1971

- 14.- Patent U.S. 3,495,998
17 Feb. 1970
Resinous Compositions
- 15.- Velsicol Technical Bulletin
35060-1
January 1971
- 16.- Velsicol Technical Bulletin
35060-2
September 1971
- 17.- Patent U.S. 3,515,630
2 Jun. 1970
Resins Adhesives and laminated structure
utilizing them.
- 18.- Velsicol Technical Bulletin
35060-5
September 1971
- 19.- Patent Can. 893,153
15 Feb. 1972
Heat Sealing Adhesive films
- 20.- Velsicol Technical Bulletin
35060-9
September 1971
- 21.- Patent Neth. 6,919,151 (Holanda)
22 June, 1971
Polyalkilene glycol dibenzoates
- 22.- Anuario de la Economía Mexicana
Grupo Editorial Expansión
1971,1972,1973,1974,1975
- 23.- Boletín Especial
ANIQ (Asociación Nacional de la Industria Química)
Mayo 1976
- 24.- Subdirección de Estudios Superiores y Planeación
Industrial. Departamento de Planeación Petroquímica
I.M.P. 1971, 1972, 1973, 1974, 1975.
(Instituto Mexicano del Petroleo)
- 25.- Dirección General de Estadística.
Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior
S.T.C. 1968,1969, 1970, 1971, 1972,1973, 1974 y 1975.

- 26.- Chemical Economics Handbook
Stanford Research Institute
Menlo Park, Calif. April 1974
- 27.- Project Engineering of Process Plants
Rase & Barrow
John Wiley & Sons
- 28.- Chemical Engineer's Handbook 4th. Edition
J.H. Perry
Mc Graw Hill 1963
- 29.- Procesos de Transferencia de Calor
D.Q. Kern
Continental 1973
- 30.- Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants
E.E. Ludwig Vol. I,II,III
Gulf Pub. Co. 1964
- 31.- Comunicación personal con
General Electric
mayo 1976
- 32.- Analytic Method Encyclopedia
Vol. VIII
Collier MacMillan 1970
- 33.- Merck Index 8th Edition
Merck & Co.
- 34.- Comunicación personal con
Los principales fabricantes
mayo 1976
- 35.- Chemical Engineering Cost Estimation
R. Aries & R. Newton
McGraw Hill 1955
- 36.- Modern Cost Engineering Techniques
H. Popper
McGraw Hill 1970