

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

ACIDO ADIPICO, ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO



EDUARDO PASCUAL MAURICIO MANUEL PICCOLO CALVERA

INGENIERO QUIMICO

1 9 7 7



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Tesis 1977
NO. M-~~328~~
FECHA _____
PROC. 328
• _____

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

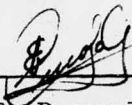
Jurado asignado originalmente:

PRESIDENTE	Enrique García López
VOCAL	José Luis Padilla de Alba
SECRETARIO	Cristina Rock de Salmón
1er. SUPLENTE	Guillermo Alcayde Lacorte
2do. SUPLENTE	Ma de Jesús Cerecer Beltrán


Sitio donde se desarrolló el tema:

FACULTAD DE QUIMICA

Sustentante:


Eduardo Pascual Mauricio Manuel Piccolo Calvera

Asesor:


Enrique García López

A mis padres que siempre me han
apoyado en todas las facetas de
mi vida.

Carmelo y
María del Carmen.

A mi abuelo Mauricio

A mis hermanos

Rafael y María Cristina

A mi novia Erika

A mi tía Erika

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dejar asentado mi agradecimiento a las personas que de una forma u otra contribuyeron en la realización y terminación de esta tesis y de manera especial de searía hacerlo al Ing. Enrique García López, por sus invaluables sugerencias e ideas, así mismo agradezco al Ing. José Luis Padilla de Alba y a la Maestra María Cristina Rock de Salmón, que contribuyeron en la revisión de esta tesis.

El agradecimiento debo hacerlo extensivo a mi novia Erika Jaimes Meier por sus horas de colaboración y de apoyo. Por último quisiera dar las gracias a todos mis maestros y compañeros de la Facultad de Química de la UNAM.

INTRODUCCION.

El objetivo que se pretende alcanzar con este estudio, es el de poder evaluar un proyecto para la producción de ácido adípico en México. Dicha evaluación se logrará en la forma que sigue: 1) Estudiando las características, propiedades y usos del producto. 2) Estudiando y analizando el mercado de dicho producto en México. 3) Seleccionando un método de obtención adecuado para el producto. 4) Estimando y analizando la inversión, y por ende, evaluando la sensibilidad del proyecto, con lo que se podrá concluir si el proyecto es conveniente o si no lo es.

INDICE

CAPITULO I	RESUMEN Y CONCLUSIONES	1
1ª PARTE PRODUCTO Y ELABORACION		
CAPITULO II	DESCRIPCION Y USOS	
	Generalidades	3
	Acido Adipico	6
	Reacciones del Acido Adipico	7
	Usos del Acido Adipico	20
CAPITULO III	ESTUDIO DEL MERCADO	
	1.- Características Industriales y Tendencias	29
	Consumo Total	29
	Suministro	33
	Distribución Geográfica	36
	Productos Competitivos	38
	2.- Análisis de Usos Finales	41
	Resina Poliéster	41
	Plastificante Monomérico	43
	Acidulante y Gelificante	44
	3.- Pronóstico	44
	Extrapolación Matemática	44
	Pronóstico de Usos Finales	53
	Proyección de Precios	53
	Estimación de Aumento en la Demanda	54
	Competencia de Productos Finales	54
	Conclusiones	56

CAPITULO IV METODOS DE OBTENCION Y
ELABORACION

1.-A partir de Ciclohexeno	58
2.-Síntesis Malónica	59
3.-Oxidación de Grasas	61
4.-Oxidación de Diácidos	61
5.-De Ciclohexanol	62
6.-De Acido Pimélico	63
7.-De Fenol	64
8.-De Ciclohexano	66
9.-De Ciclohexanona	68

CAPITULO V DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

1.- Balance de Material	71
2.- Diagrama de Flujo	74
3.- Características del Equipo	76
4.- Distribución de la Planta	95

2ª PARTE ANALISIS ECONOMICO

CAPITULO VI ESTIMACION DE LA INVERSION

1.- Inversión Fija	98
2.- Costos de Producción	101
3.- Capital de Trabajo	108

CAPITULO VII ANALISIS DE LA INVERSION

1.- Resumen de Mercadotécnica	110
2.- Detalle de Costos	111
3.- Gastos de Oficina Matriz	112

4.- Resumen de Utilidades	113
5.- Fondos Necesarios	114
6.- Resumen de Caja	115
7.- Rentabilidad	116
8.- Recuperación de la Inversión a Flujo de Efectivo con Valor Presente (DFCROI)	117
CAPITULO VIII ANALISIS DE SENSITIVIDAD	
1.- Análisis	118
2.- Gráfica de Punto de Equilibrio	157
BIBLIOGRAFIA	160

CAPITULO I

I.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Usos.-

El ácido adípico se emplea fundamentalmente en el mercado internacional como materia prima del nylon 66, en la fabricación de resina poliéster, de plastificantes y en la industria alimenticia. En México, su principal uso es como materia prima en la fabricación de resina poliéster, de plastificantes monoméricos y como acidulante y gelificante de la gelatina "Pronto" en la industria alimenticia.

Mercado.-

El mercado de ácido adípico en México ha ido creciendo, de tal forma que para 1983 se estima el consumo de dicho ácido en 2000 toneladas anuales. En vista de que los usos del ácido adípico en nuestro país son muy específicos, se puede afirmar que la competencia es mínima. Esto hace que el proyecto que se analizará sea aún más interesante.

Obtención y Elaboración.-

Hay una gran variedad de métodos de obtención y elaboración de ácido adípico. El método que se ha seleccionado por sus características, es la oxidación de ciclohexanona, materia prima que es producida en México.

Inversión.-

La inversión total ha sido estimada en 14.8 millones de pesos, tomando el dólar a 22.70 pesos. La capacidad de la planta será de 2000 toneladas anuales, con lo que se estima, cubrirá la totalidad del mercado.

Las utilidades estimadas van desde 6.8 millones de pesos en 1979, hasta 13.8 millones de pesos en 1988, (utilidades antes de impuestos).

El período de recuperación de la inversión se estima es de 5.93 años y el flujo de efectivo a valor presente en 10 años (DFCROI en inglés), es de 17.62 %. La recuperación de activos a largo plazo (LTROA en inglés), es de 19.69 %.

El análisis de sensibilidad presenta las siguientes conclusiones:

El proyecto es muy sensible al costo de las materias primas necesarias durante el proceso, y también es sumamente sensible al precio de venta del producto. El proyecto es menos sensible al volumen de venta y a la inversión total. El punto de equilibrio del proyecto se estima al 22.28 % de la capacidad de la planta.

I .- PRODUCTO Y ELABORACION.

CAPITULO II

II.- DESCRIPCION Y USOS.

Generalidades.-

El ácido adípico pertenece al grupo de los ácidos llamado ácidos dicarboxílicos. Todos estos ácidos son derivados de parafinas lineales, con los dos carboxilos en los extremos de la cadena. Son sólidos cristalinos de puntos de fusión mucho mas elevados que los ácidos carboxílicos de peso molecular equiparable. Los puntos de fusión decrecen un poco a medida que aumenta la fracción parafínica de la molécula, presentando una curiosa alternancia tanto en los puntos de fusión como en las solubilidades: los ácidos con número par de átomos de carbono, como el ácido adípico con seis átomos de carbono en su molécula, invariablemente funden a mayor temperatura y son menos solubles que sus homólogos inmediatamente superiores, tales como los ácidos dicarboxílicos con un número impar de átomos de carbono. Las mismas relaciones se encuentran en los ácidos monocarboxílicos superiores y es debido a que se ha visto que los ácidos dicarboxílicos presentan tres dimensiones, dos de las cuales son pequeñas y casi constantes; evidentemente se trata del espesor y la anchura de la molécula. La tercera dimensión varía con el número de átomos de carbono y corresponde al doble de la longitud de la cadena, por lo que los átomos forman moléculas dobles, (Se ha observado con rayos X). El incre-

mento de los grupos metilénicos para el valor correspondiente a esta tercera dimensión, ofrece también una alterancia entre las series de átomos de carbono pares e impares. La interpretación de los resultados obtenidos mediante el análisis con rayos X, es sumamente compleja, pero ha permitido llegar a la conclusión, de que las moléculas de un ácido dicarboxílico con número par de átomos de carbono, se encuentran más comprimidas en la red cristalina que las del homólogo superior inmediato con un número impar de átomos de carbono, lo cual se refleja en su punto de fusión que es más elevado.

| La constante de disociación del ácido adípico en la primera fase de disociación, indica que uno de los grupos no saturados estimula la ionización del segundo, debido a la cadena de seis átomos de carbono, influyendo en la interacción entre los dos grupos carboxilo, debido a la disminución de la distancia entre ellos. Es por esto mismo que el ácido oxálico, el primero de la serie de los ácidos dicarboxílicos con dos átomos de carbono en su molécula, es uno de los ácidos orgánicos más fuertes que se conocen, ya que como sólo contiene dos átomos de carbono en su molécula, la posibilidad de interacción y de estimulación entre sus dos grupos carboxilos aumenta por la cercanía que existe entre ellos.

| Los ácidos dicarboxílicos son además compuestos que se

volatilizan descomponiéndose, siendo solamente destilables al vacío.)

Por deshidratación como se verá posteriormente, los ácidos dicarboxílicos solamente dan anhídridos, cuando los grupos carboxilos están unidos a diferente átomo de carbono, pues en caso contrario, al pretenderlos deshidratar se desprende anhídrido carbónico y se convierten en ácidos monobásicos o monocarboxílicos.

Los ácidos dicarboxílicos principales son los comprendidos en la tabla siguiente:

NOMBRE	FORMULA	PUNTO DE FUSION	SOLUBILIDAD g/100gH ₂ O	CONSTANTE DE DISOCIACION
OXALICO	COOH-COOH	189°C	10.2(20°C)	3.5 x 10 ⁻²
MALONICO	HOOC(CH ₂)COOH	135°C	138(16°C)	1.6x 10 ⁻³
SUCCINICO	HOOC(CH ₂) ₂ COOH	185°C	6.8(20°C)	6.8 x 10 ⁻⁵
GLUTARICO	HOOC(CH ₂) ₃ COOH	97.5°C	63.9(20°C)	4.7 x 10 ⁻⁵
ADIPICO	HOOC(CH ₂) ₄ COOH	151°C	1.4(5°C)	3.7 x 10 ⁻⁵
PIMELICO	HOOC(CH ₂) ₅ COOH	105°C	2.5(14°C)	3.4 x 10 ⁻⁵
SUBERICO	HOOC(CH ₂) ₆ COOH	142°C	0.14(16°C)	3.0 x 10 ⁻⁵
AZELAICO	HOOC(CH ₂) ₇ COOH	106°C	0.2 (15°C)	2.9 x 10 ⁻⁵
SEBASICO	HOOC(CH ₂) ₈ COOH	134°C	0.1 (17°C)	2.8 x 10 ⁻⁵
NONANIL-CARBONICO	HOOC(CH ₂) ₉ COOH	111°C		
DECANOIL-CARBONICO	HOOC(CH ₂) ₁₀ COOH	128°C		

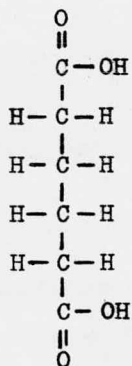
Acido Adípico.-

Se le dá el nombre de ácido adípico al ácido hexano-dioico normal, ya que de los nueve isómeros que tiene, el normal es el más importante.

El ácido adípico forma cristales aglomerados en forma de tubérculos hemisféricos, debido a que cristalizando en la superficie de su solución, dichos cristales quedan aplanados, mientras que en su parte inferior el cristal se redondea.

El ácido adípico desecado a 100°C contiene una molécula de agua de cristalización. Es muy soluble en caliente en agua, alcohol y éter, (datos en la tabla).

Su fórmula condensada es $C_6H_{10}O_4$, y su fórmula semi-desarrollada (como en la tabla anterior), es $HOOC(CH_2)COOH$. Su fórmula desarrollada es como sigue:



P. eb: 151°C

Solubilidad (20°C): 2/100gH₂O

Constantes de Disociación:

$$K_1 = 3.7 \times 10^{-5}$$

$$K_2 = 0.39 \times 10^{-5}$$

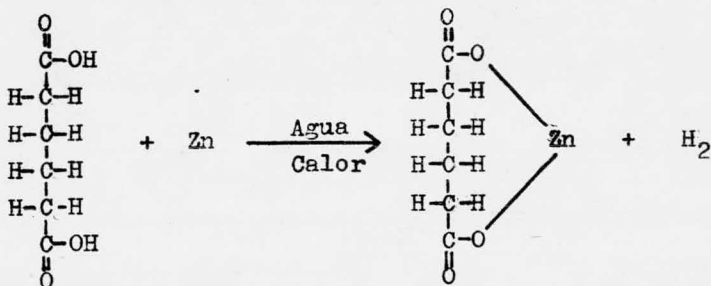
El ácido adípico forma sales o adipatos cristalizables que pueden ser obtenidas saturando el ácido con las bases correspondientes. Sublima en cristales que tienen forma de barba de pluma.

Reacciones del Acido Adípico.-

El ácido adípico es materia prima de muchas reacciones interesantes e importantes en la industria y en el laboratorio. A continuación se analizan y estudian algunas de las reacciones mas importantes en las que toma parte dicho reactivo:

a) Acción sobre los Metales.-

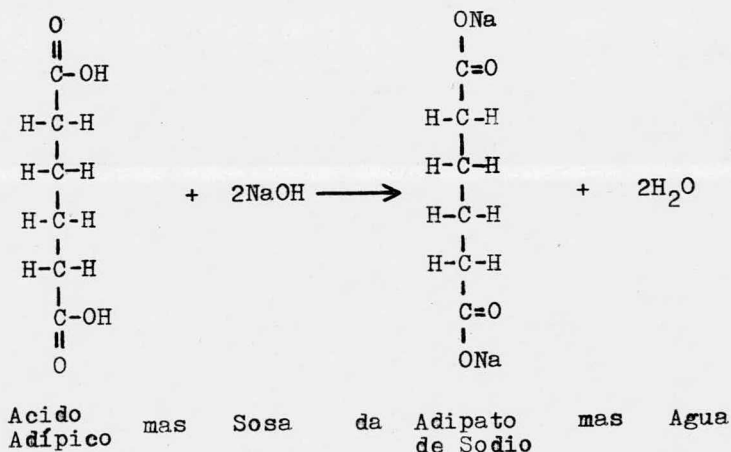
El ácido adípico puede formar sales por reacción con metales o bases. La reacción de dicho ácido con un metal como podría ser el cinc, transcurre lentamente ya que el ácido adípico se ioniza muy poco. La reacción es en medio acuoso y es de la siguiente manera:



Acido Adípico mas Cinc da: Adipato de mas Hidrógeno
solución acuosa Cinc

Esta reacción es difícil ya que es necesaria una gran cantidad de energía para efectuarla debido a que la distancia entre los dos grupos carboxilos es relativamente grande.

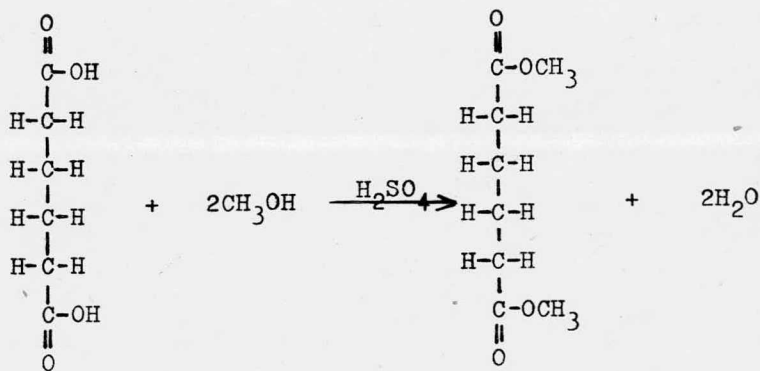
El ácido adípico también forma sales al reaccionar con los álcalis, ya que el grupo carboxilo es neutralizado por el metal de la base, formándose agua como segundo producto de la reacción. Así por ejemplo, al reaccionar ácido adípico con hidróxido de sodio se obtiene:



En esta reacción se forma adipato ácido de sodio que por su naturaleza aún ácida, vuelve a reaccionar con mas hidróxido de sodio formándose entonces el adipato de sodio.

Esterificación.-

También el ácido adípico es capaz de reaccionar con alcoholes para dar ésteres. Por ejemplo, si se hace reaccionar el ácido adípico con metanol, se obtendrá el adipato ácido de metilo que a su vez vuelve a reaccionar con otra molécula de metanol produciendo el adipato de metilo. Si la reacción se lleva a cabo en presencia de un catalizador ácido, como el ácido sulfúrico, se incrementa la velocidad de la reacción. La reacción que se tiene será:

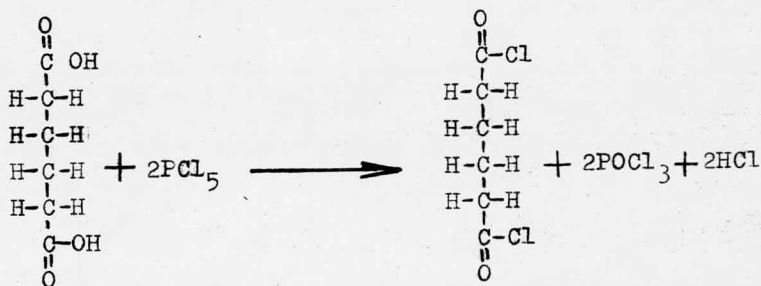


Acido mas Metanol da: Adipato mas Agua
 Adípico de Metilo

Esta reacción es importante ya que es la base para la producción de adipatos y de resinas poliéster que son muy utilizados.

Formación de Halogenuros de Acilo.-

El ácido adípico también es capaz de formar halogenuros de acilo, por medio de la sustitución del grupo oxhidrilo por un halógeno. La reacción se lleva a cabo con pentacloruro de fósforo y es de la siguiente forma:

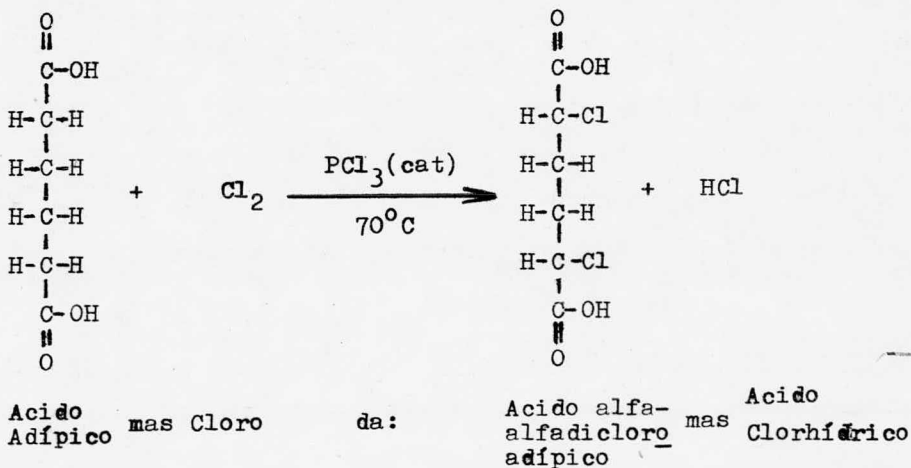


Ácido mas Pentacloruro de fósforo da: dicloruro de adípico oxitri-cloruro de fósforo ácido clorhídrico

La producción de cloruros de acilo también se puede llevar a cabo con otros reactivos como son el tricloruro de fósforo y el cloruro de tionilo. En ambos casos se producirá el dicloruro de acilo del ácido adípico, pero en la reacción con tricloruro de fósforo, se formará también ácido fosforoso; en la reacción con cloruro de tionilo (SOCl_2), además de formarse el dicloruro de acilo del ácido adípico, se formará ácido clorhídrico y un gas que se desprenderá llamado anhídrido sulfuroso. Esta última reacción da un producto bastante puro y fácil de separar.

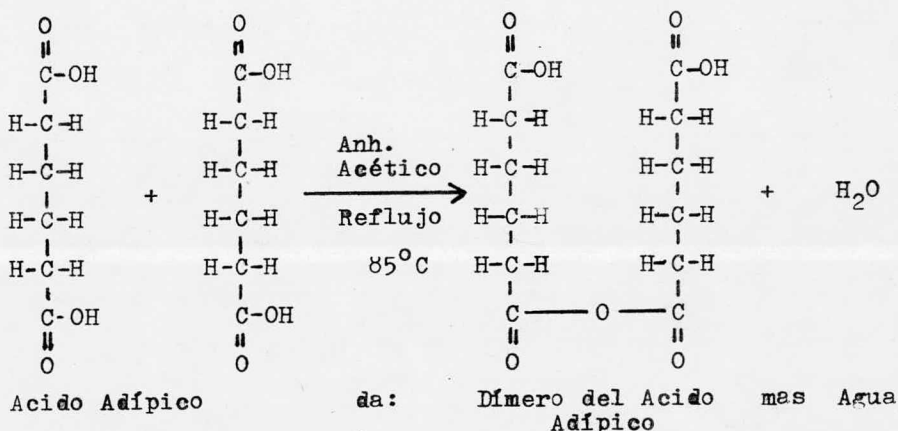
Halogenación.-

En la hlogenación del ácido adípico, la sustitución se hace en cualquiera de los átomos de carbono alfa, primero uno y después el otro, sin que esto sea general. Esto sucede porque el átomo de carbono de cualquiera de los grupos carboxilo atrae electrones de cada uno de los átomos de carbono alfa del ácido adípico, causando un aumento en la facilidad de sustitución de uno de los átomos de hidrógeno alfa. La reacción de sustitución de halógeno, en este caso de cloro, se lleva a cabo utilizando tricloruro de fósforo como catalizador y a una temperatura de 70°C, de la siguiente forma:



Polimerización.-

El ácido adípico se transforma en un anhídrido polimérico monocristalino, cuando se hierve a reflujo con anhídrido acético. Después de recristalizar, la sustancia funde entre 70°C y 85°C y tanto sus propiedades así como sus reacciones, indican que se trata de una mezcla de polímeros en cadena, con longitud molecular variable. La reacción sería la siguiente:



El dímero reaccionará con otra molécula de ácido adípico y se formará el trímero. Este a su vez, reaccionará con otra molécula de ácido adípico para dar el polímero que aumentará de esta forma su cadena hasta alcanzar un peso molecular elevado. La presencia de agua implica una polimerización por condensación.

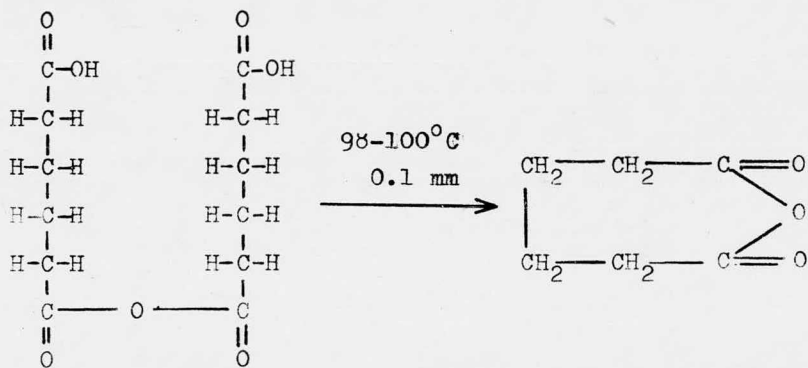
En la reacción anterior, en lugar de una ciclación intramolecular para dar un compuesto cíclico de siete eslabones, la reacción predominante es una condensación intermolecular.

Se atribuye este comportamiento a que las oportunidades relativas para ambas reacciones son también diferentes. Dos grupos carboxilos separados por una cadena de cuatro metilenos presentan muchas mas oportunidades para cambiarse con grupos análogos de otras moléculas, - que para reaccionar entre sí, pues la cadena puede asumir posiciones muy variadas a causa de las distintas rotaciones alrededor de todos los enlaces simples, y muy pocas de estas posiciones sitúan a ambos carboxilos en suficiente proximidad.

Cuando mas larga sea la cadena de metilos, así por ejemplo, el ácido pimélico, menos probabilidades existen de que se efectúe una ciclación intramolecular y si en cambio aumentan las probabilidades de formación de un polímero.

Aunque la forma monomérica del anhídrido adípico no se puede obtener por los procedimientos usuales de deshidratación directa, J W Hill encontró en el año de 1930 - que si el polímero se calienta en alto vacío va destilando lentamente una sustancia la cual no es otra cosa que

el anhídrido monomérico cíclico. La reacción será la siguiente:



Polímero del Acido Adípico

da: Anhídrido Adípico Monomérico

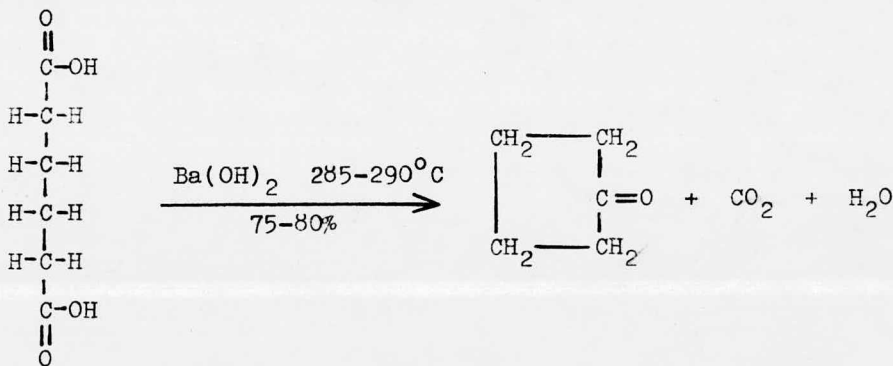
Evidentemente la polimerización es reversible y el monómero volátil se va destilando (P.eb: 20°C) de la mezcla en equilibrio normalmente.

El anhídrido monómero es una sustancia estable pero reactiva y puede polimerizar añadiendo una ínfima cantidad de agua.

Carothers y Hill (1930-1933), han aplicado el principio de transformar una sustancia polimera, en monómeros cíclicos, por calentamiento en alto vacío, a temperaturas cercanas al punto de ebullición o descomposición y agregando catalizadores para la obtención de compuestos con grandes anillos de diversos tipos.

Obtención de la Cetona Cíclica del Acido Adípico.-

La pirólisis de la sal de bario del ácido adípico produce la ciclopentanona con un rendimiento del 80 %. La reacción sería la siguiente:



Acido Adípico

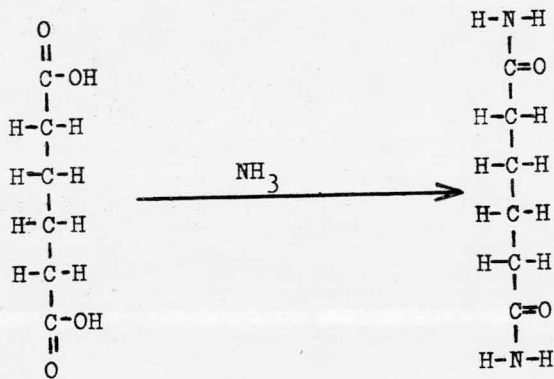
da:

Ciclopentanona mas ^{Bió}xido mas ^{de} Agua
 (P.eb: 130.6°C) _{Car-bono}

La preparación de la ciclopentanona por el método anterior es sencilla. Basta calentar una mezcla de ácido adípico con 5 % de hidróxido de bario. Destila el producto de la reacción o ciclopentanona.

Hexametilendiamida.-

A partir del ácido adípico puede ser obtenida la hexametilendiamida, haciéndolo reaccionar con amoniaco y con un rendimiento del 60 %, de la siguiente forma:



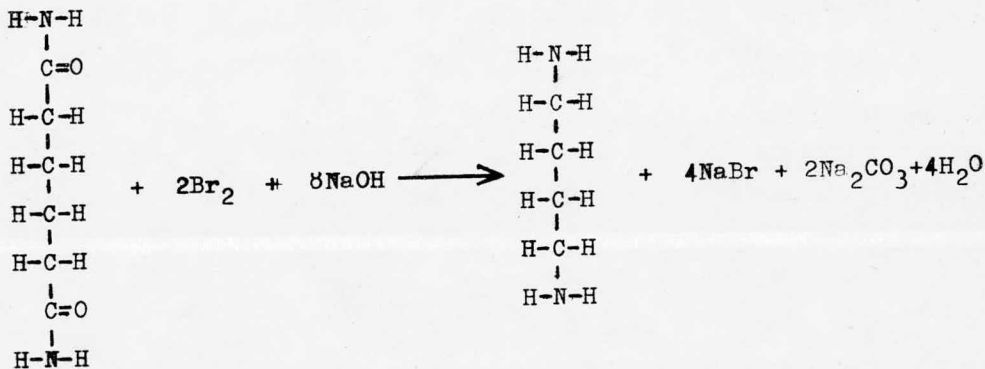
Acido mas Amoniaco da: hexametilendiamida + Adípico

La hexametilendiamina también llamada adipamida, es importante en la industria ya que es materia prima para producir succinamina por degradación de Hofmann como se verá a continuación.

+ La adipamida es importante en la industria textil para producir adipamina, como se encuentra en el Tratado de Química Orgánica de Fieser y Fieser de 1948 en la página 895.

Succinamina.-

La succinamina es obtenida a partir de la adipamida por degradación de Hofmann. La reacción se lleva a cabo con cloro o bromo en exceso de sosa cáustica con la adipamida como a continuación se expone:

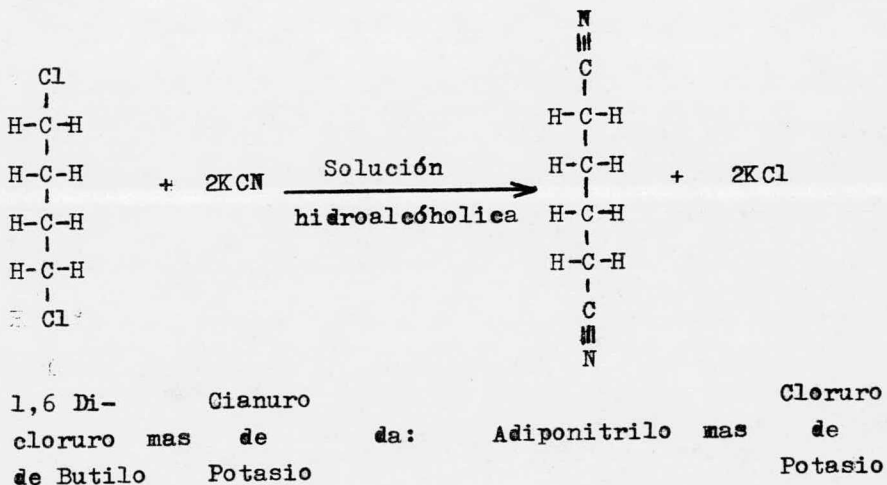


Adipamida	mas Bromo con	da: Succinami	mas Bro-	mas Carbo-	mas Agua
	exceso de	na	muro	nato	
	sosa		de	de	
			Sodio	Sodio	

Aunque la succinamina puede ser obtenida por este método, hay otros métodos mas simples para la obtención de tal producto.

Adiponitrilo.-

Un compuesto importante en la manufactura del nylon 66, es la hexametilendiamina que es sintetizada a partir del adiponitrilo. Este compuesto es obtenido a partir del 1,6 dicloruro de butilo que reacciona con el cianuro de potasio en solución hidroalcohólica. La reacción sería como sigue a continuación:

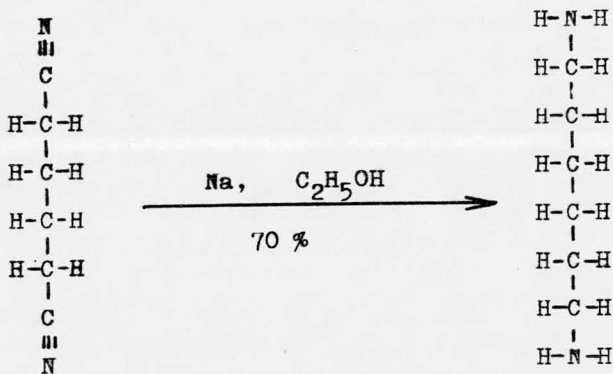


Una posterior hidrólisis mediante la acción catalítica de ácidos o de bases, basta para obtener ácido adípico.

Hexametildiamina.-

La adipamina es un producto importante en la industria textil. Esta se obtiene a partir del adiponitrilo y por una hidrogenación catalítica, aunque también puede ser obtenida haciendo reaccionar el adiponitrilo⁺ en presencia de sodio con alcohol etílico, con un rendimiento del 70 %. La reacción sería:

(el sodio y el alcohol etílico producen un alcoholato)



Adiponitrilo

da:

Adipamina

En la reacción se forma etanolato de sodio y se desprende hidrógeno que actúa sobre el nitrilo y lo hidrogena.

+ En el Tratado de Química Orgánica de Fieser y Fieser de 1948, página 225.

Usos del Acido Adipico.-

El ácido adipico tiene una multitud de usos en la industria. Pero quizás el principal sea la obtención de nylon a partir de dicho ácido.

Nylon 66.-

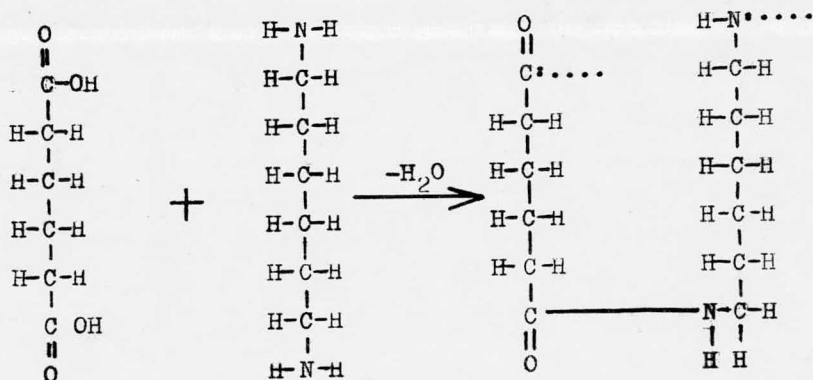
El Nylon fue la primera fibra sintética que se fabricó por vía química condensando unidades moleculares pequeñas. Comenzó a fabricarse industrialmente en 1940, con una producción de 3500 toneladas, a los cinco años de haber sido descubierto el polímero por el investigador Carothers.

En 1930 había comenzado Carothers su brillante serie de estudios sobre la polimerización, estudios que no sólo llegaron a producir una seda sintética, sino también un hule sintético, como el neopreno. Lo primero que estudió Carothers fue la polimerización que se produce al condensar ácidos dibásicos con glicoles; mas tarde estudió la poliamida del ácido E-amino-caprónico. Tanto los poliésteres como las poliamidas obtenidas por un tratamiento térmico corriente resultaron tener un peso molecular relativamente bajo (2500-5000), pero después de calentar durante doce días en un alambique molecular a temperaturas elevadas, de 200°C, se obtuvieron superpolímeros de peso molecular mucho mas elevado (10000-25000).

De los polímeros fundidos pudieron sacarse filamentos que, una vez fríos, podían estirarse de nuevo.

Por fin en 1935 se sintetizó una supermolécula, adecuada para su uso textil, a partir de la hexametilendiamina y el ácido adípico. Originalmente se denominó polímero 6-6, pues ambos componentes tienen seis átomos de carbono. Por sus numerosos enlaces peptídicos el polímero tiene una extraordinaria analogía estructural con la proteína de la seda.

La polimerización se lleva a cabo por condensación de agua, teniendo lugar una reacción como la que se presenta a continuación:



Acido

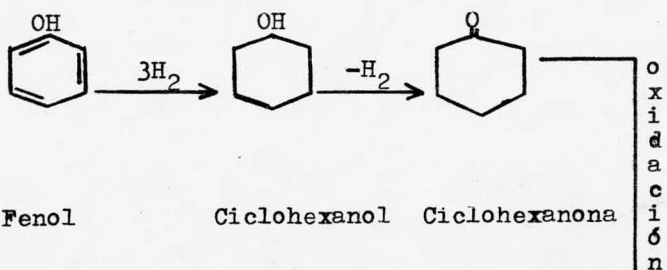
Adípico

mas Hexametilen- da:
diamina.

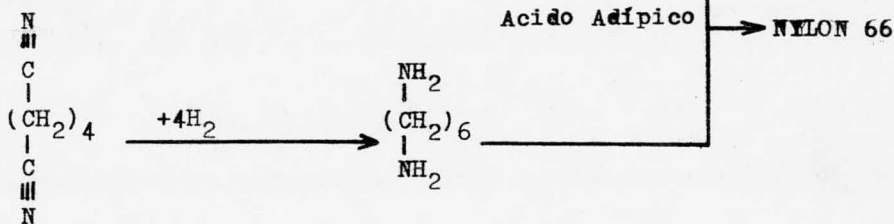
Nylon 66

La auténtica materia prima es el fenol, ya sea extraído del alquitrán de la hulla o bien a partir del

benceno. Este se transforma en ciclohexanol por hidrogenación catalítica. Una oxidación suave del ciclohexanol lo transforma en ciclohexanona que sometida a una oxidación mas fuerte la transforma en ácido adípico. La reacción será de la siguiente forma:

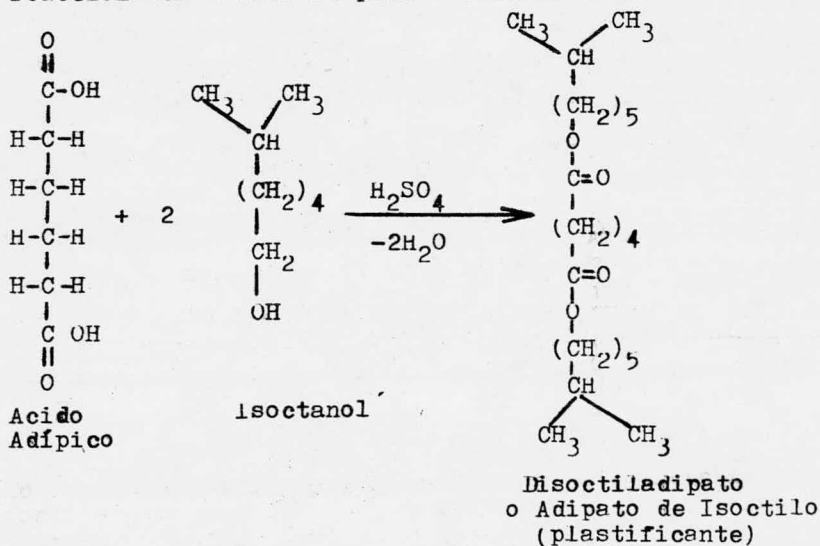


La hexametildiamina se obtiene como se dijo en la página 19:



El ácido adipico tiene otros usos también importantes como son la producción de adipatos o plastificantes, los cuales pueden ser poliméricos o monoméricos. Los plastificantes del ácido adipico son muy utilizados en la industria (por ejemplo, para ponerlos en las tapas de los frascos para evitar que entre el aire y con él, una posible contaminación del alimento que contenga), en gran variedad de formas.

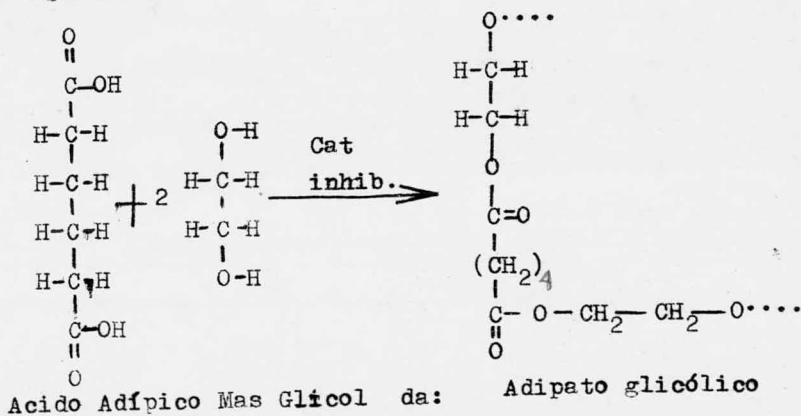
Los plastificantes fueron también estudiados por Carothers. Los plastificantes monoméricos se obtienen al hacer reaccionar un alcohol con el ácido adipico; los plastificantes poliméricos son obtenidos con un diol. La reacción sería como se pone a continuación:



Como se verá el plastificante obtenido de esta forma es un plastificante monomérico. Otros plastificantes monoméricos utilizados en la industria son el isodecila-dipato y el 2etilhexiladipato.

Los plastificantes poliméricos tienen una ventaja sobre los monoméricos. Su punto de fusión es mas alto debido a la diferencia en peso molecular. Esto es una ventaja, debido que en algunos procesos alimenticios, los alimentos deben ser envasados a temperaturas altas por lo que un plastificante monomérico correría el peligro de llegarse a fundir, con lo cual no sellaría perfectamente las tapas de frascos alimenticios, pudiéndose desconponer los alimentos.

La diferencia en el proceso estriba en que en lugar de usarse un alcohol normal, se utiliza un diol, para llevar a cabo la polimerización. La reacción sería la siguiente:



→ El ácido adípico es también muy usado para la elaboración de Resinas Poliéster. Como se sabe el uso de las resinas poliéster es muy amplio y variado, y cada vez es mas extenso en el mundo.

La diferencia básica en el proceso en relación con la elaboración de plastificantes poliméricos estriba en el control establecido del peso molecular del polímero. El proceso de obtención de resinas poliéster consta de ácido adípico que se hace reaccionar con glicoles, con catalizadores, inhibidores y solventes, que confieren al polímero obtenido de esta forma, características de peso molecular específicas de la resina poliéster.

→ La condensación de ácido adípico con glicoles, se utiliza para producir resinas sintéticas de larga cadena $\text{HO}(\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOR})_n\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, que tienen propiedades características como son su gran resistencia al calor y su gran dureza, por lo que se usan para la fabricación de objetos con un uso específico y único.

Si se desean obtener resinas modificables es necesario que el ácido adípico reaccione con un compuesto que tenga mas de dos grupos funcionales. De esta forma se pueden obtener resinas modificables por el calor.

El componente mas común para poder llegar a obtener este tipo de resinas es la glicerina que tiene tres cen

tros de reactividad y de resinas convertibles por el calor, si el componente ácido posee dos o mas grupos funcionales. En nuestro caso, el ácido adípico posee dos grupos funcionales, por lo que cumple con este requisito de obtención de este tipo de resinas.

Las resinas poliéster pueden modificarse para obtener propiedades mas adecuadas a los usos específicos que quieran destinarse. Los agentes modificadores suelen ser aceites secantes o no secantes, un ácido graso y una resina natural o sintética. Ciertos modificadores comunican al polímero solubilidad en los aceites, otros mejoran la flexibilidad y otros pueden aumentar o disminuir la susceptibilidad al endurecimiento por calor. Las del primer tipo contienen ácidos procedentes de aceites no secantes (esteárico, palmítico y oléico), con lo cual aumentan la solubilidad y la flexibilidad, y la resina se hace menos sensible al endurecimiento por calor. Este tipo de resinas se utiliza sobre todo como plastificantes para las lacas de nitrato de celulosa.

En el segundo tipo de resinas del ácido adípico se emplea como agente modificador un aceite secante (madera de China, perilla) que cambia notablemente las propiedades: las películas así modificadas se endurecen con rapidez a la temperatura ambiente, de la misma manera que los aceites secantes solos.

Debido a tal propiedad distintiva las resinas de este tipo suelen denominarse convertibles por oxígeno. En aplicaciones superficiales se necesitan dar muy pocas capas para dar unas películas duraderas.

El tercer tipo de resinas poliéster se modifica agregando otras resinas sintéticas y las ventajas obtenidas en cada caso dependen de las propiedades de los componentes. Así por ejemplo aunque las resinas poliéster son duras, flexibles, adhesivas y solubles en algunos solventes orgánicos se endurecen con mucha lentitud por efecto del calor; este defecto puede corregirse incorporando resinas fenólicas o de urea, que se endurecen con rapidez. Como cuarto componente pueden añadirse aceites secantes en cuyo caso suelen secar al aire.

El ácido adípico tiene otros usos como es la producción de adiponitrilo que ya se analizó anteriormente.

Los usos anteriores del ácido adípico son a nivel de industria química, es decir, este tipo de ácido adípico es industrial, para producir sustancias químicas, que ya han sido analizadas. Pero hay otro tipo de ácido adípico de grado alimenticio, que puede ser usado como antioxidante de alimentos, debido a sus dos grupos carboxilo, que son oxidados en vez de los alimentos, conservándolos de esta manera. La diferencia entre el ácido adípico grado industrial y el ácido adípico grado a-

limenticio estriba en la pureza. Mientras el ácido adipico grado alimenticio es químicamente puro, el ácido adipico grado industrial posee algunas impurezas, como cetonas y alcoholes que no alcanzan a separarse en su proceso de obtención.

CAPITULO III

III.- ESTUDIO DEL MERCADO

1.- Características Industriales y Tendencias.

a) Consumo Total.-

Historia.-

En el mundo, el ácido adípico empezó a consumirse en el año de 1940, cuando el investigador Carothers había terminado una serie de estudios sobre la polimerización del ácido adípico con la hexametildiamina para producir un polímero con características muy parecidas a la seda natural, al que llamo nylon 66, debido a que los dos monómeros que componen el polímero tienen seis átomos de carbono cada uno dentro de su molécula. Es en este año cuando en Estados Unidos solamente se produjeron 3500 toneladas de nylon.

En México se empezó a consumir ácido adípico en el año de 1963, y es a partir de este año cuando el consumo de dicho ácido ha venido aumentando a grandes pasos. Desde ese año hasta la fecha, todo el ácido adípico que se consume en México es de importación.

Este hecho representa una gran salida de dinero del país, pues en 1976 se importaron mas de 1000 toneladas de ácido adípico, lo que representó una salida de mas de 14 millones de pesos que es una suma considerable.

Es este hecho la razón por la cual se presenta este es

tudio, para evaluar la probabilidad de instalación de una planta para fabricar ácido adípico en México.

El consumo de ácido adípico en México ha ido creciendo, pero no en forma constante, sino que ha tenido mus-altibajos. Dichos altibajos se pueden explicar, ya que por ejemplo en el año de 1973 se tuvo un aumento en la demanda de ácido adípico, como sucedió también con gran cantidad de productos, por lo cual en 1974 y en 1975, bajó la demanda de dicho ácido, y es hasta 1976 cuando se vuelve a incrementar dicha demanda. Algo parecido sucedió en años anteriores (1970 a 1972), y esto es expresado en la siguiente tabla:

Importaciones (Consumo aparente).

AÑO	TONELADAS CONSUMIDAS	PRECIO EN MILLONES DE PESOS
1970	383.569	1.78
1971	281.431	1.34
1972	5.451	0.149
1973	982.725	4.4
1974	754.444	11.96
1975	429.217	3.98
1976	1138.050	14.85

Los principales sectores consumidores de ácido adípico en México son:

- 1.- Industria Química.
- 2.- Industria Alimenticia.

A continuación se darán los usos en los cuales los sectores industrial y alimenticio, emplean dicho producto.

Usos.-

En México el ácido adípico tiene tres usos principales que son:

- 1.- Resina Poliéster
- 2.- Adipatos o Plastificantes Monoméricos.
- 3.- Acidulante y Gelificante.

A continuación se da una tabla en la que se expresan los porcentajes de usos del ácido adípico en el año de 1976:

PRODUCTO	PORCENTAJE DE ACIDO ADIPICO UTILIZADO
1.- Resina Poliester	50.92 %
2.- Plastificantes Monoméricos	35.98 %
3.- Acidulante y Gelificante	8.35 %
4.- Importación de Distribuidores.	4.75 %
TOTAL	100.00 %

Un uso potencial que se le podría dar en México al ácido adípico es en la fabricación del nylon 66. En México todo el nylon que se fabrica es nylon 6 (de caprolactama), con el cual sería difícil competir, debido al mercado que ya se ha creado para dicho producto. Se tendría que hacer un estudio del nylon 66 con el propósito de estimar el precio con el que saldría al mercado en el caso de llegarse a fabricar en México. Si tal estudio diera como resultado un producto de bajo precio, capaz de competitir con el nylon 6, entonces sería factible su fabricación con lo que se aumentaría la demanda del ácido adípico en el país.

De cualquier modo, la demanda actual del ácido adípico en México va en aumento, por lo que uno de los objetivos de este estudio será que con base en el mercado, estimar la conveniencia de la realización de una planta para la fabricación de ácido adípico en México.

De cualquier forma, no hay que descartar la posibilidad de que se encuentren nuevos usos del producto en el país, lo cual como consecuencia también aumentaría su demanda. Se puede señalar también que en Latinoamérica hasta la fecha, no existe ninguna planta productora de ácido adípico.

b) Suministro.-

Precio de Importación.-

Antes que nada, hay que hacer la distinción entre los dos grados del ácido adípico, industrial y alimenticio. - Actualmente el precio de importación del ácido adípico grado industrial, es de 849 dólares la tonelada, y el precio del ácido adípico grado alimenticio es de 915 dólares la tonelada. Tomando en cuenta los porcentajes de consumo de los dos grados del producto, tendremos un precio medio de:

$$\begin{array}{l} \text{Precio} \\ \text{Promedio} \\ \text{del Acido} \\ \text{Adípico (TONS)} \end{array} = \frac{849(.9165) + 915(.0835)}{1} = 854.5 \text{ dólares.}$$

Considerando que el dólar vale 22.70 pesos se tiene que el precio en pesos de la tonelada de ácido adípico es de 19,397.15, es decir, 19.4 pesos por kilogramo.

A este precio hay que sumarle el impuesto de importación, gastos aduanales y flete. De esta forma, se tiene lo siguiente:

Precio en la Frontera (1Kg)	19.4
Impuesto de Importación(15%)	2.9
Gastos Aduanales	0.5
Flete hasta el D.F.	<u>0.7</u>
TOTAL	23.5 pesos/Kg

El total anterior de 23.500 pesos/ Kg de ácido adípico, es el precio LAB al consumidor, por unidad de producto. El 15 % del impuesto de importación, fue tomado en base al precio de un Kilogramo de producto dejado en la frontera, ya que esta cantidad es mayor a los 15 pesos por Kilogramo del precio oficial de dicho ácido, y siempre se toma el 15 % sobre el precio que sea mayor entre el oficial y el calculado en la frontera.

→ Como se puede ver, el ácido adípico es un producto caro, por lo que también sus derivados lo son.

Es también importante señalar que aunque en México y en toda Latinoamérica como se había dicho antes, no existe una fábrica de ácido adípico, sí la hay de caprolactama, cuyo proceso de fabricación tiene que pasar por ciclohexanona (materia prima producida por UNIVEX SA, para la fabricación de ácido adípico). De hecho, sería factible desviar el proceso de fabricación de caprolactama para obtener dicho ácido (en la obtención de caprolactama se obtiene 4% de ácido adípico).

Por esta razón se entrevistó a UNIVEX SA, que produce caprolactama en México. Esta empresa aseguró no tener interés en producir ácido adípico, ya que esto disminuiría su producción de caprolactama.

Suministro.-

En orden de importancia se tienen los siguientes países:

PAIS	PRODUCTOR
1.- Estados Unidos	Celanese. Dupont. El Paso Products. International Chemistry Corporation.
2.- Japón	Marubeni.
3.- Inglaterra	I C I.
4.- Alemania	Bayer.
5.- Francia	RHONE.
6.- Rumania	Oficinas en New York.

La lista anterior fue elaborada de acuerdo a los datos proporcionados por los propios consumidores.

c) Distribución Geográfica de Consumo.-

Para señalar una distribución geográfica de consumo de ácido adípico en México, es importante mencionar a los principales consumidores de ácido adípico en el año de 1976. Para esto se hará una lista que incluirá lo que sigue a continuación:

<u>CONSUMIDOR</u>	<u>TONELADAS IMPORTADAS</u>	<u>PRECIO (MILLO NES DE PESOS)</u>	<u>LOCALIDAD</u>
1.- N.I L S A	400	4.64	Estado de México
2.- Industrias Químicas Synres S A.	240	2.145	Estado de México
3.- Anderson Clayton Company.	95	2.85	D.F.
4.- Industrias Oleoquímicas S A.	80	0.95	D.F.
5.- Poliéteres S A.	75	0.862	D.F.
6.- Egon Meyer S A.	60	0.72	Estado de México

<u>CONSUMIDOR</u>	<u>TONELADAS IMPORTADAS</u>	<u>PRECIO (MILLO NES DE PESOS)</u>	<u>LOCALIDAD</u>
7.- Especialida des Indus- triales y Químicas SA.	40	0.75	Estado de México
8.- Reichhold Química de México SA.	30	0.38	D.F.
9.- Iugatom SA.	20	0.25	Estado de México
10.- Bayer de México SA.	15	0.223	Estado de México.
11.- Hules Mundiales	15	0.235	Estado de México.
12.- Productos Químicos Mardupol SA	10	0.1	Estado de México.
13.- Industrias Aries SA.	20	0.23	D.F.
14.- Corporación Química SA.	10	0.15	Edo de Méxco
15.- Industrias	20	0.22	
TOTAL	1140	14.85	

Entre las industrias que consumen ácido adípico en pequeña cantidad, se tienen: Dupont, Merck Mexicana, - Química Vancouver, y otras aún mas pequeñas.

La lista anterior fue estructurada tomando como base las solicitudes de permisos de importación que se encuentran archivadas en el ANIQ (Asociación Nacional de la Industria Química) y comparando tales datos con los consumidores de dicho producto.

Como se puede observar en dicha lista, la localización de los consumidores de ácido adípico se tiene dentro del Valle de México en su totalidad, ya sea en el D.F. o bien en el Estado de México. Es conveniente por ello, buscar un lugar cercano para planear el proyecto. Se ha escogido dentro del Valle de Morelos, cerca de Cuernavaca, debido a la mano de obra barata y a la cercanía con el - Valle de México, por lo que el transporte se haría con facilidad.

d) Productos Competitivos.-

En México, el ácido adípico es empleado para fabricar resina poliéster, plastificantes o adipatos monoméricos y como acidulante y gelificante en la industria alimenticia. Ahora se verán algunos de los principales productos que podrían competir con dicho ácido en la elaboración de los-productos anteriores (resina, plastificante, etc), como

son resinas y aditivos o como acidulante y gelificante en la industria alimenticia.

En la elaboración de resinas poliéster a partir de ácido adípico y glicoles, dicho ácido podría ser sustituido por ácido pimélico, pero sólo parcialmente y en pequeñas proporciones. El ácido pimélico es un diácido con dos grupos carboxilos y con una cadena de siete carbonos, es decir, es el ácido dicarboxílico superior al ácido adípico. El ácido adípico da las características físicas y químicas ideales a la resina poliéster, que también tiene usos específicos.

Esto quiere decir que la resina obtenida necesita un peso molecular determinado, una estequiometría específica y un número de radicales oxhidrilo terminales bien establecido. Fisicoquímicamente, si se añade cualquier otro tipo de diácido las propiedades de la resina cambian, (su viscosidad, densidad, peso molecular, número terminal de radicales oxhidrilo, etc, cambian radicalmente).

Las resistencias al calor, a la tensión y al desgaste de las resinas poliéster también varían. Es por todo esto que es sumamente difícil sustituir el ácido adípico en la elaboración de este tipo de resinas.

En la elaboración de plastificantes o adipatos monoméricos, pasa algo similar a lo que se vio con las resinas. Los adipatos también necesitan un peso molecular determinado por lo que es muy difícil sustituir el ácido adípico en su elaboración.

Si se sustituye por ácido glutérico que es un ácido dicarboxílico con cinco átomos de carbono, es decir, el homólogo inferior al ácido adípico, o bien por ácido pimélico (homólogo superior de dicho ácido adípico), las características finales del producto no tienen suficiente calidad y pierden las propiedades específicas que son conferidas por el ácido adípico. Por esto es que los adipatos que son sustituidos en alto grado por alguno de estos ácidos, pierden elasticidad y resistencia al calor o se vuelven más duros.

El ácido adípico grado alimenticio es difícil de sustituir debido a su acidez que es la necesaria para acidular cierto tipo de alimentos. En este caso tal vez el ácido adípico pudiera ser sustituido por el ácido cítrico, - pero surge otra propiedad del ácido adípico y es que además de acidular convenientemente también gelifica, propiedad de la que carece el ácido cítrico. El ácido adípico también puede utilizarse como conservador de alimentos enlatados. Aquí es sustituable por el ácido cítrico que fue

anteriormente nombrado.

El ácido adípico es usado en la industria alimenticia también debido a su facilidad para ser asimilado, propiedad que no poseen ni el ácido glutámico por su mayor acidez, ni el ácido pimélico que también tiene la propiedad de gelificar.

Como se puede observar, el ácido adípico es casi insustituible en sus usos específicos no tan solo por las propiedades que confiere, sino porque a pesar de ser un producto caro (precio calculado en 21.5 pesos el kilogramo), es relativamente mas barato que otros productos que lo pudieran sustituir.

2.- Análisis de Usos Finales.

Se ha estado repitiendo que en México, el ácido adípico es utilizado en la industria química, como materia prima básica para la elaboración de resina poliéster y de plastificantes monoméricos, o bien en la industria alimenticia como acidulante y gelificante. A continuación se hará un análisis de estos usos.

→ a) Resina Poliéster.-

En el año de 1976, una gran cantidad del ácido adípico grado industrial importado en México, fue utilizado en la elaboración de resina poliéster. Esta cantidad puede ser enlistada de la siguiente forma:

INDUSTRIA	TONELADAS CONSUMIDAS
1.- N I L S A	300
2.- Industrias Químicas Synres S A.	50
3.- Industrias Oleoquí- micas S A.	60
4.- Poliéteres S A.	37.5
5.- Egon Meyer S A.	42
6.- Especialidades Industriales y Químicas SA.	36
7.- Reichhold Química de México S A.	18
8.- Bayer de México SA.	10
9.- Industrias Aries SA.	10
10.- Dupont SA.	4
11.- Química Vancouver SA	2
12.- Pequeñas Industrias	10
TOTAL	579.5

~) b) Plastificante Monomérico.-

En segundo lugar de consumo de ácido adípico en México se encuentran los plastificantes monoméricos. La cantidad utilizada de dicho ácido, se puede enlistar de la siguiente forma:

INDUSTRIA	TONELADAS CONSUMIDAS
1.- N I L S A	100
2.- Industrias Químicas Synres SA.	190
3.- Industrias Oleoquí- micas S A.	20
4.- Poliéteres S A.	37.5
5.- Egon Meyer SA.	18
6.- Especialidades Indus- triales y Químicas SA	4
7.- Reichhold Química de México SA.	12
8.- Bayer de México SA.	5
9.- Industrias Aries SA.	10
10.- Dupont SA.	1
11.- Química Vancouver SA	1
12.- Pequeñas Industrias	10
TOTAL	409.5

c) Acidulante y Gelificante.-

El ácido adípico grado alimenticio es utilizado en México por la compañía Anderson & Clayton SA, como acidulante y gelificante de la gelatina "Pronto". Dicho productor, de acuerdo a los datos proporcionados por los fabricantes, es el número uno en el mercado de gelatinas en el país, y para 1977 planea aumentar la producción de gelatina "Pronto", por lo cual el consumo del ácido adípico en México por la nombrada compañía, se estima que aumentará a 250 toneladas en ese año.

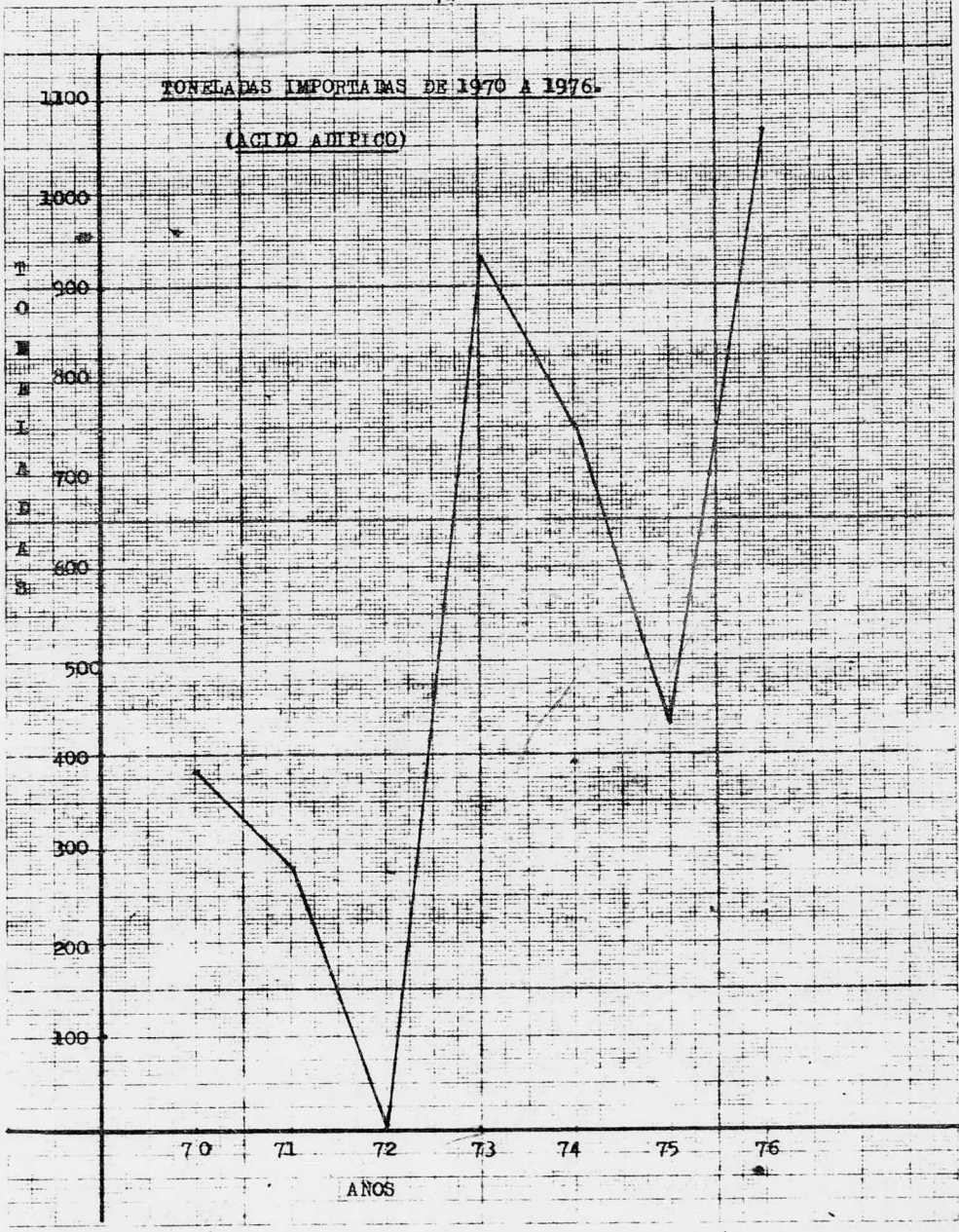
La cantidad de ácido adípico grado alimenticio consumido en México en el año de 1976, fue de 95 toneladas que representan el 8.35 % del total de ácido adípico.

3.- Pronóstico.-

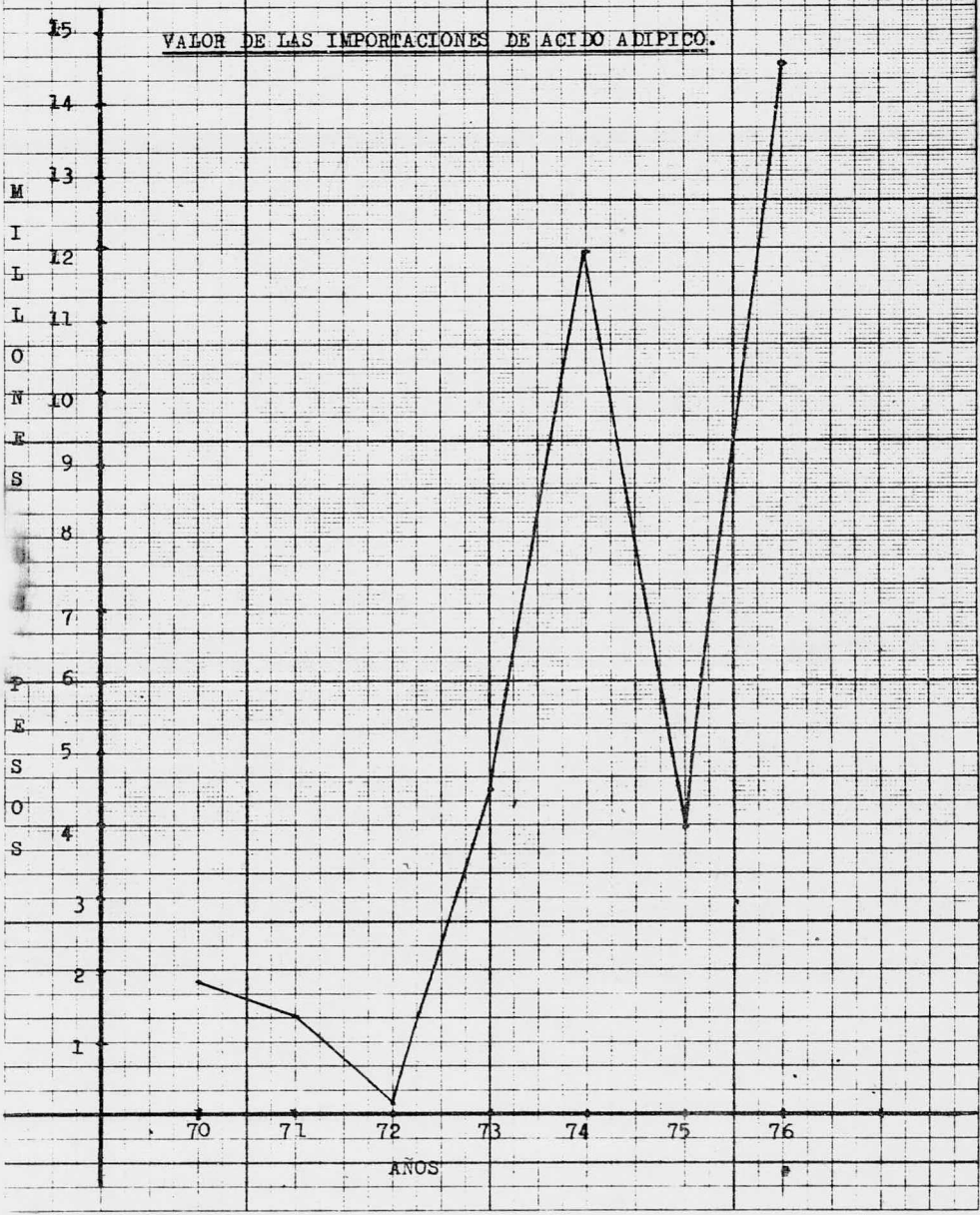
a) Extrapolación Matemática.-

Para poder hacer la extrapolación matemática del consumo de ácido adípico para los próximos 10 años, se recurrió a los datos recopilados en los anuarios de importación (de 1970 a 1974), así como a los datos recopilados en el ANIQ (1975 y 1976), con los que se formó una tabla (página 28). Estos datos representan una función matemática, que fue tratada en una computadora y de acuerdo a un programa de proyección por pronóstico para ex

trapolación matemática por cuatro métodos diferentes. Es tos datos serán analizados posteriormente, y será escogido aquel cuya variancia sea menor. Los datos obtenidos serán reunidos en una gráfica. A continuación se muestran las gráficas que representan las toneladas importadas de ácido adípico y el valor de las importaciones en los años de 1970 a 1976 y también las gráficas de los resultados de la extrapolación matemática por los cuatro métodos diferentes:

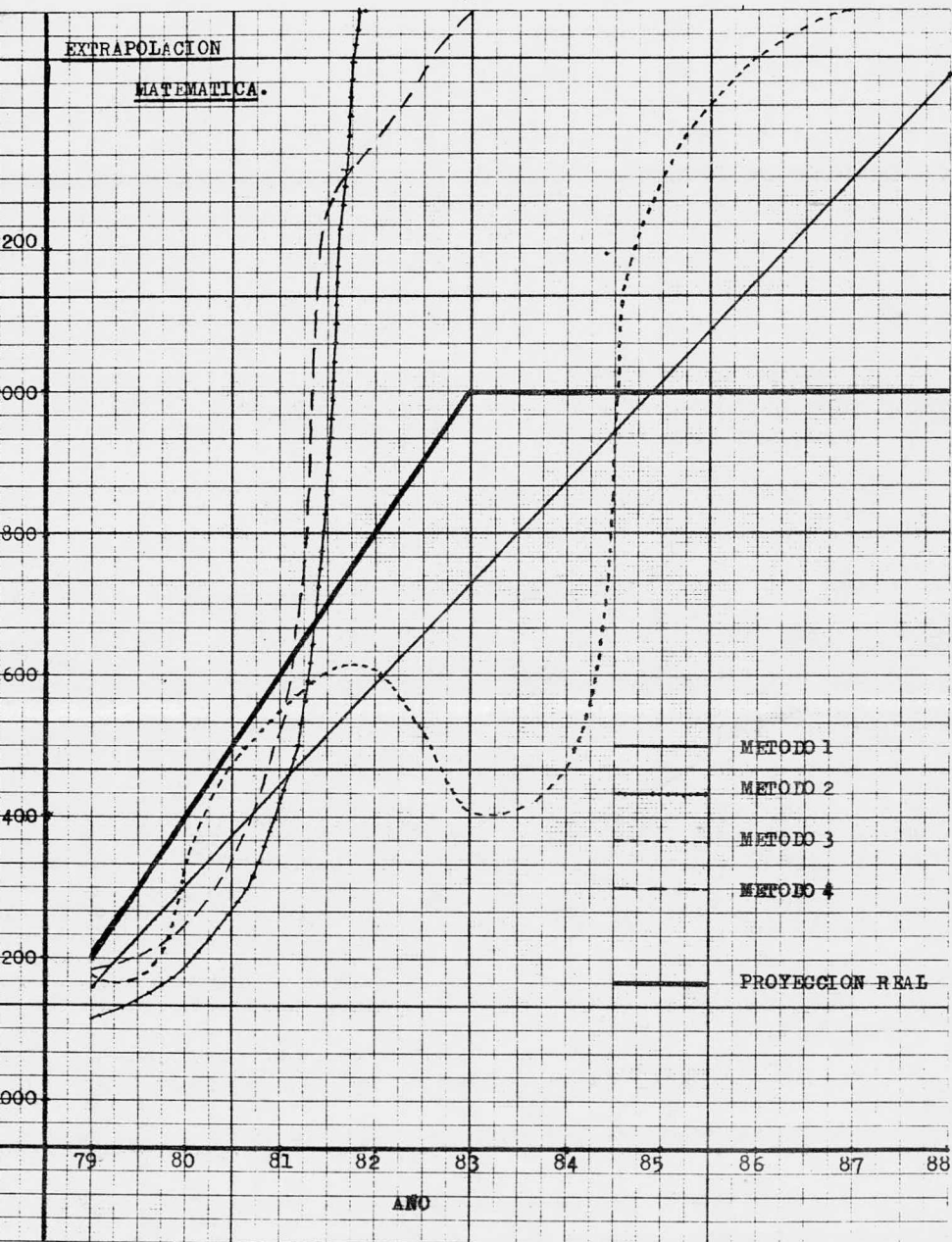


VALOR DE LAS IMPORTACIONES DE ACIDO ADIPICO.



EXTRAPOLACION MATEMATICA.

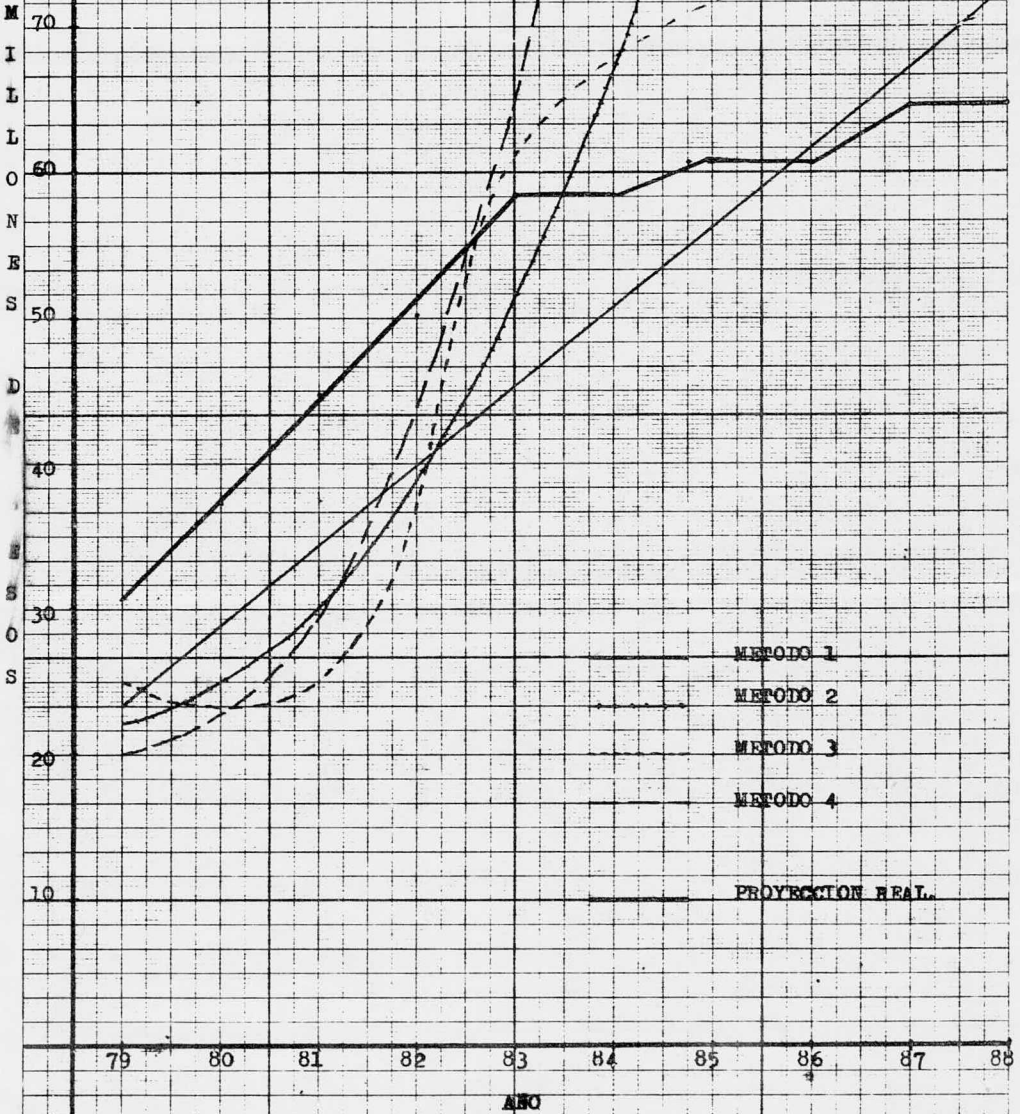
AÑO	T O N E L A D A S				
	METODO 1	METODO 2	METODO 3	METODO 4	PROYECCION REAL
1979	1170	1115	1175	1185	1200
1980	1300	1200	1370	1245	1400
1981	1450	1335	1535	1440	1600
1982	1585	5180	1610	2600	1800
1983	1735	12345	1435	3120	2000
1984	1875	23457	1445	3380	2000
1985	2018	54890	2275	3790	2000
1986	2160	87590	2465	5680	2000
1987	2300	178000	2535	9560	2000
1988	3045	398985	2565	19890	2000
VARIANCIAS	240	879	310	545	



EXTRAPOLACION MATEMATICA.

AÑO	M I L L O N E S D E P E S O S				MILLONES DE PESOS
	METODO 1	METODO 2	METODO 3	METODO 4	PROYECCION REAL
1979	23.8	22.3	25.0	20.0	31.8
1980	28.9	25.0	23.8	24.3	37.1
1981	34.4	30.0	25.0	29.3	44.4
1982	38.3	38.9	31.8	34.6	50.0
1983	46.4	51.7	36.8	65.0	58.4
1984	51.0	67.1	61.3	73.9	58.4
1985	59.3	83.2	66.2	84.5	61.4
1986	61.9	116.5	71.8	87.3	61.4
1987	66.9	187.4	76.4	89.2	64.4
1988	72.8	319.8	79.9	92.1	64.4
VARIANCIAS	2.9	8.4	3.3	5.2	

EXTRAPOLACION MATEMATICA.



Si se observan las variancias obtenidas en cada uno de los cuatro métodos, se puede notar que la mas pequeña de estas cuatro, es la del primer método (que es una línea recta), por lo que tal método se ha tomado como base para elaborar la proyección real. Los datos obtenidos se pueden tabular en la siguiente lista:

ESTIMACION DEL CONSUMO Y VALOR DEL ACIDO ADIPICO
HASTA 1988 .

ANO	TONELADAS DE PRODUCTO	MILLONES DE PESOS
1979	1200	31.800
1980	1400	37.100
1981	1600	44.480
1982	1800	50.040
1983	2000	58.400
1984	2000	58.400
1985	2000	61.400
1986	2000	61.400
1987	2000	64.400
1988	2000	64.400

El ácido adípico es utilizado en México como materia prima en primer lugar, para producir resina poliéster y para fabricar plastificante monomérico en menor escala. El ácido adípico grado alimenticio es el menos utilizado en nuestro país. En este inciso se estima que se conserva la misma distribución de consumo antes mencionada.

c) Proyección de Precios.-

El posible aumento de precio del producto en Estados Unidos y el constante problema de la devaluación de nuestra moneda, son factores que influyen en la siguiente - proyección de precios en la que se estima en un 5 % de aumento bianual:

AÑO	1979-80	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88
PRECIO (\$/Kg)	26.5	27.8	29.2	30.7	32.2

a) Estimación de Aumento en la Demanda.-

El aumento en la demanda de resina poliéster, trae como resultado el aumento en el uso de ácido adípico en México. Se sabe que para 1977, la compañía Bayer de México S.A., aumentará su consumo hasta la cantidad de 200 toneladas de ácido adípico a través de su filial Cydsa Bayer, que se localiza en el estado de Veracruz.

Algo similar sucederá con el consumo de ácido adípico grado alimenticio en ese año. La compañía Anderson & Clayton S.A. único consumidor en el país del producto en grado alimenticio, planea aumentar su consumo y se estima que tal aumento alcanzará las 250 toneladas en 1977. Esto se debe a que de acuerdo con los consumidores, se planea aumentar la producción de gelatina "Pronto", que actualmente es el primer lugar en ventas de gelatina en el país.

e) Competencia de Productos Finales.-

Los adipatos también llamados plastificantes monoméricos, en realidad no tienen competencia debido a que poseen un uso sumamente específico. Tal producto, se utiliza por ejemplo en la industria alimenticia, para

aplicar a tapas de frascos con alimentos, para evitar que penetre el aire, como se había dicho antes. Es decir, que los adipatos o plastificantes monoméricos, prácticamente no tienen competencia.

Ahora, la resina poliéster ya ha competido con polioles y poliéteres. A los polioles los han hecho a un lado debido a su mala calidad y a que sus propiedades son muy relativas, aunque son más económicos.

Con poliéteres, la resina poliéster ha competido bastante. De hecho, los poliéteres son mucho más económicos y han hecho a un lado a la resina poliéster. Así por ejemplo; las primeras plataformas para zapatos que ahora están de moda, fueron hechas con resina poliéster, debido a la dureza que proporciona y al acabado que da dicho producto; ahora dichas plataformas son de poliéteres, debido sobre todo a que salen más económicas, pero el acabado es muy burdo y la plataforma hecha a base de poliéteres es mucho menos resistente que la plataforma hecha a base de resina poliéster.

Pero aun así, se puede decir que la resina poliéster no tiene competencia, ya que como los adipatos, tiene un uso muy específico. La resina poliéster es insustituible en muchas aplicaciones, así como por ejemplo en productos elastoméricos, en engranes que requieren de una gran dureza, en acabados de espuma o bien en pinturas de mucha dureza.

El ácido adípico grado alimenticio, ha sido tratado con anterioridad y se ha dicho que se utiliza en la elaboración de la gelatina "Pronto", la cual como se dijo antes, es la primera en ventas en el país y de acuerdo a lo dicho por los fabricantes, el ácido adípico es prácticamente insustituible en tal producto, debido a sus características de fácil asimilación por el organismo y por sus propiedades de acidez y como un excelente gelificante.

4.- Conclusiones.-

Se estima que la capacidad de la planta será de 2000 Toneladas anuales y no se estima expansión por el momento. El volumen esperado de venta es el siguiente:

VOLUMEN DE VENTA

ANO	TONELADAS
1979	1200
1980	1400
1981	1600
1982	1800
1983	2000
1984	2000

AÑO	TONELADAS
1985	2000
1986	2000
1987	2000
1988	2000

Como se observa en la tabla, se estima que la máxima capacidad de producción se alcanzará en el año de 1983.

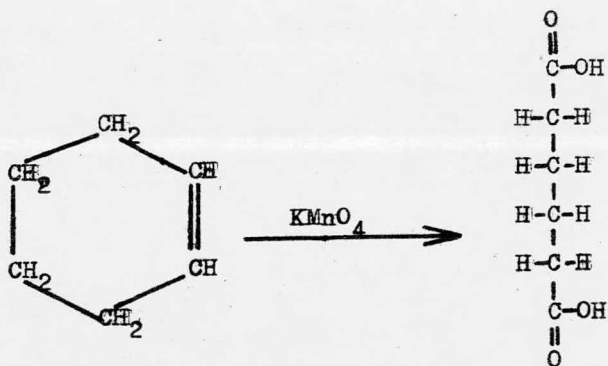
CAPITULO IV

IV.- MÉTODOS DE OBTENCIÓN Y ELABORACION.

Los métodos de obtención del ácido adípico son interesantes y muy variados. A continuación se van a dar los métodos de obtención del ácido adípico.

1.- A partir de Ciclohexeno.-

Al oxidar el ciclohexeno con un agente oxidante como podría ser el permanganato de potasio, se obtiene una molécula de ácido adípico. El rompimiento se lleva a cabo en el doble enlace de la molécula de ciclohexeno de la siguiente forma:



Ciclohexeno

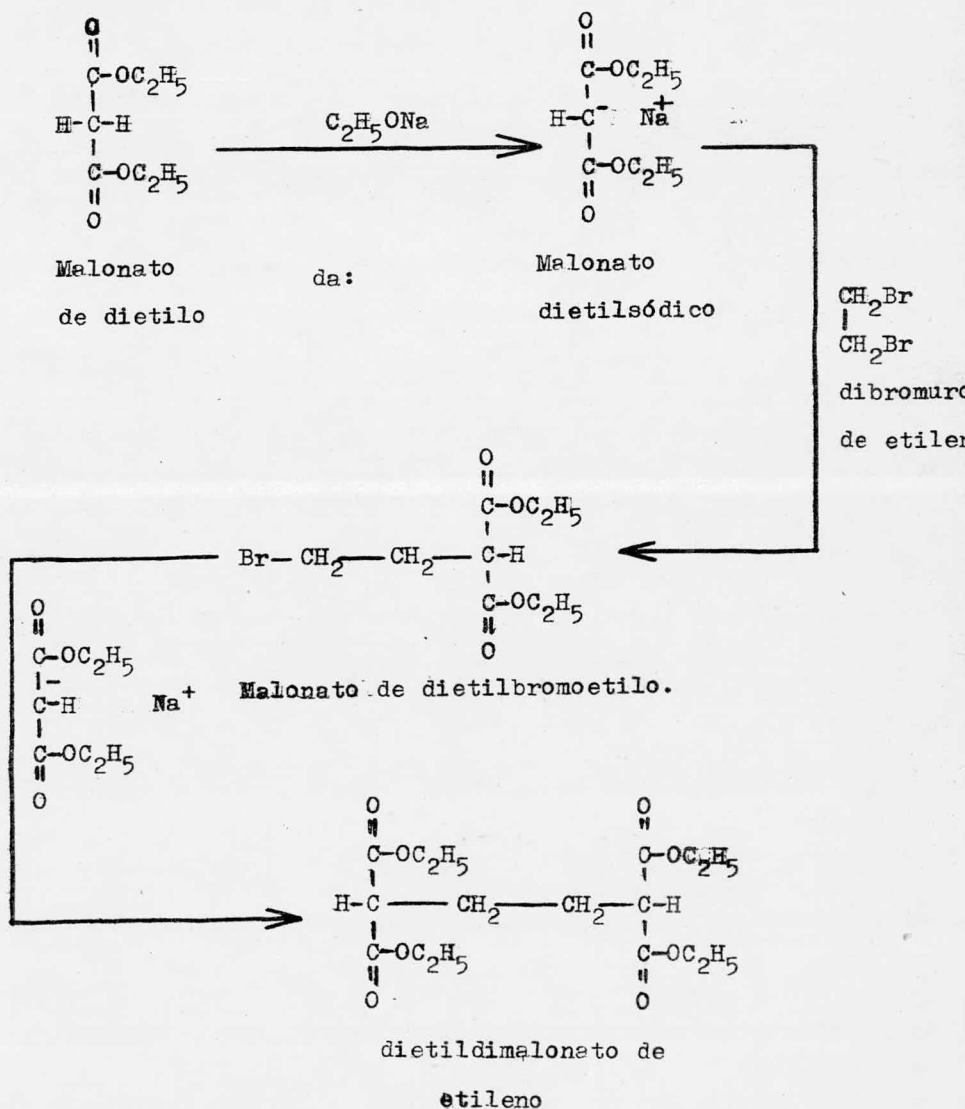
oxidado
con Per
manganato
de potasio

Acido
Adípico.

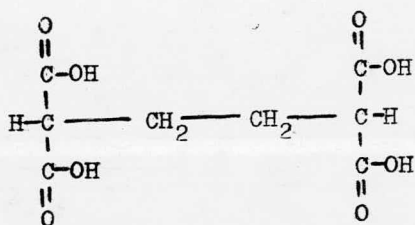
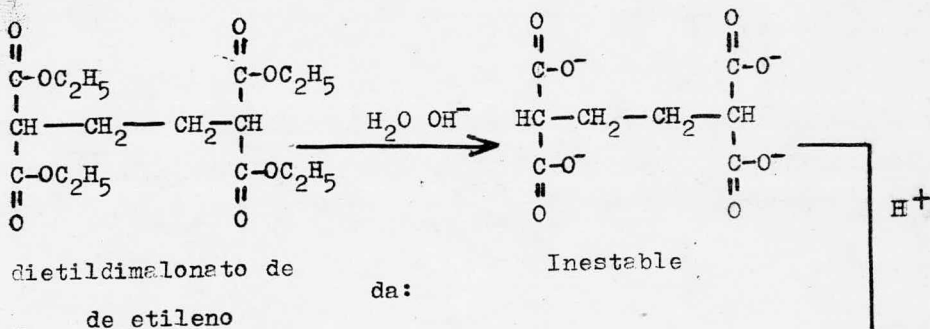
El rendimiento de la reacción es bueno, mas o menos de un 70%, por lo cual la reacción es aceptable, pero el ciclohexeno es un producto caro y es de importación, por lo que no es conveniente.

2.- Por síntesis Malónica.-

El ácido adípico puede ser obtenido por síntesis malónica de la siguiente forma:

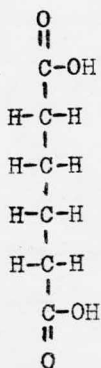


La síntesis malónica continua con la hidrólisis alcalina del producto anteriormente formado, de la siguiente manera:



Acido etilendimalónico

Δ -2CO_2



Acido Adípico.

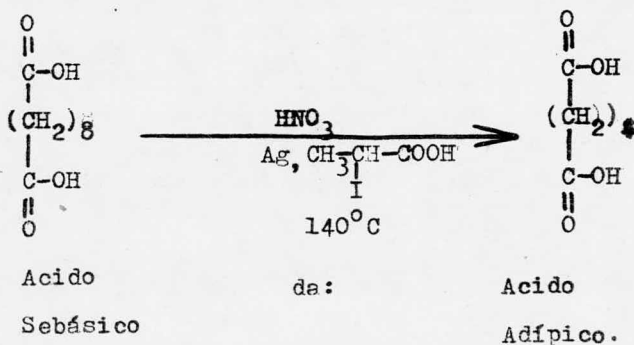
Este método es muy poco utilizado, en vista de la can-
tidad de pasos que hay que seguir y que hay otros métodos
de laboratorio mas fáciles y económicos.

3.- Oxidación de Grasas.-

El ácido adípico se puede obtener por oxidación de gra-
sas, como el aceite de ricino, y de hecho así se obtuvo -
por primera vez. Este método es relativo, y no es usado
ya que junto con el ácido adípico se obtienen también gran
cantidad de productos, y el rendimiento de ácido adípico
es muy bajo.

4.-Oxidación de Diácidos Superiores.-

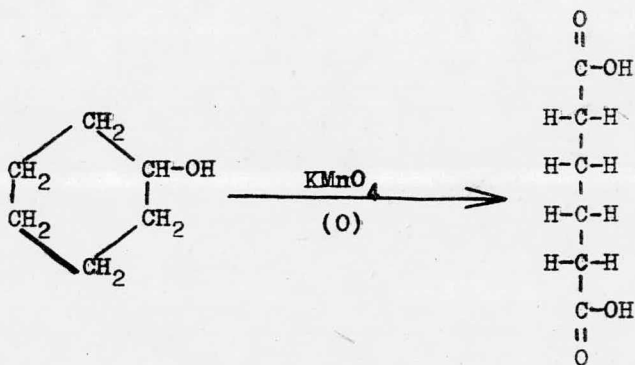
El ácido adípico también se puede obtener oxidando un
diácido superior, como el ácido Sebásico, con ácido nítri-
co, de la siguiente forma:



Este método no es usado, en virtud de que hay otros
métodos de laboratorio capaces de obtener ácido adípico
mas barata y fácilmente.

5.- A partir de Ciclohexanol.-

Oxidando el ciclohexanol con ácido nítrico o con permanganato de potasio en medio básico, se obtiene el ácido adípico. Si la oxidación es en medio básico, es necesario neutralizar el medio con ácido clorhídrico para que el ácido adípico cristalice. El ciclohexanol sufre una apertura en su anillo al oxidar con permanganato de potasio de tal forma que los átomos terminales después de la ruptura son oxidados al máximo, es decir a grupos carbóxilo. La reacción es la siguiente:



Ciclohexanol

da:

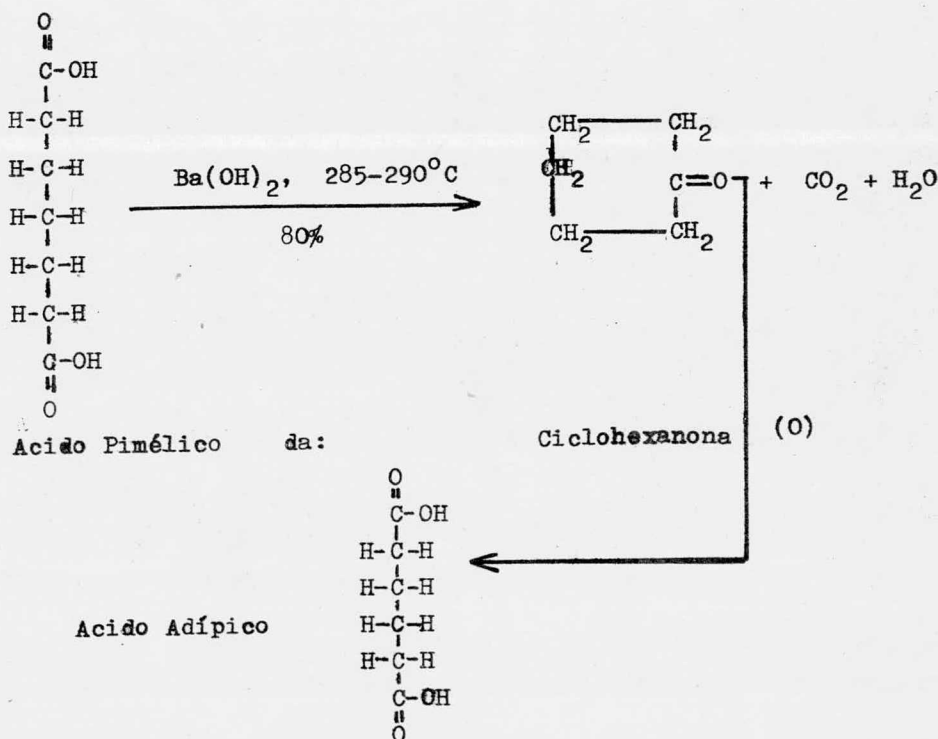
Acido

Adípico

El rendimiento de la reacción es bastante bueno ya que se encuentra entre el 70% y 80%. Este método de obtención es caro, ya que el oxidante permanganato de potasio es un producto caro. Es por esto que este método es sólo para laboratorio.

6.- A Partir de Acido Pimélico.-

El ácido adípico también puede ser obtenido de su homólogo superior, el ácido pimélico, produciendo ciclohexanona con un 80 % de rendimiento. El ácido pimélico se calienta con hidróxido de bario y se obtiene ciclohexanona que por una oxidación posterior da lugar al ácido adípico. (El método de obtención del ácido adípico a partir de ciclohexanona será tratado con mayor detalle mas adelante. La reacción será la que sigue:)



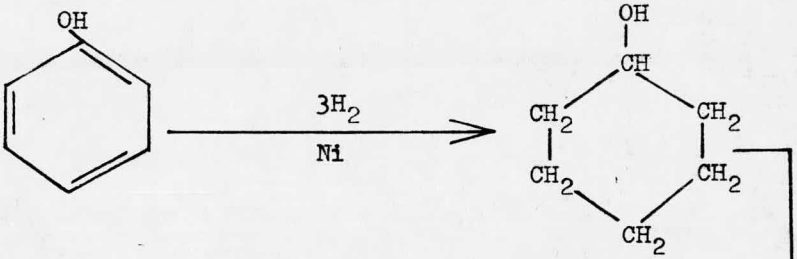
7.- A Partir de Fenol.-

El fenol puede ser extraído del alquitrán de la hulla o bien puede ser obtenido a partir del benceno. El fenol se transforma en ciclohexanol por una hidrogenación catalítica del mismo. El siguiente paso es la oxidación, primero a ciclohexanona y posteriormente hasta ácido adípico.

El rendimiento de la reacción es bueno y anda entre el 60 a 62 %. Este es uno de los métodos mas utilizados para la fabricación de ácido adípico, por su rendimiento y relativa facilidad para la obtención del producto. Sin embargo esto en México no puede ser, ya que todo el fenol que se consume en nuestro país es de importación, por lo cual, es razón de suma importancia para no partir de fenol en la obtención de ácido adípico.

Este proceso es relativamente caro en comparación con otros, ya que tiene dos o tres pasos, lo cual haría aumentar la cantidad de reactivos y por tanto también de materias primas necesarias para la fabricación del producto. También aumentaría el equipo necesario para la fabricación de dicho ácido, y por consecuencia, aumentaría la cantidad de hombres necesarios en el proceso.

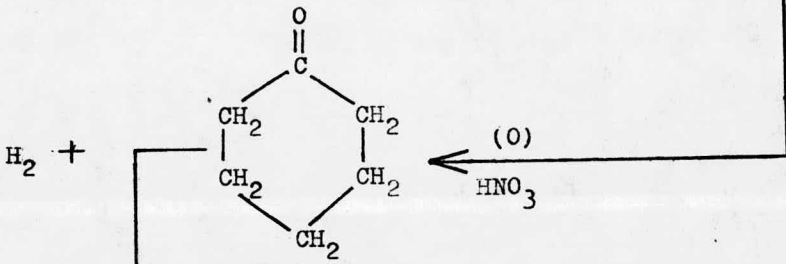
La reacción sería de la siguiente forma:



Fenol

da:

Ciclohexanol



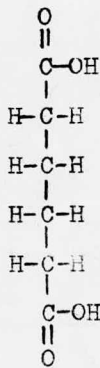
H₂ +

(O)

Ciclohexanona

Acido

Adipico



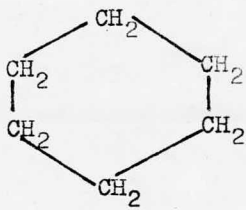
8.- A Partir de Ciclohexano.-

El ácido adípico también puede ser obtenido de ciclohexano. El ciclohexano es obtenido por destilación fraccionada del petróleo. En México lo obtiene Petróleos Mexicanos, y lo vende a un precio de 8960 pesos la tonelada.

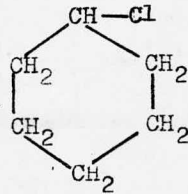
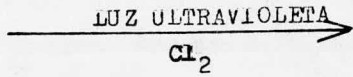
El problema en la producción de ácido adípico partiendo de ciclohexano, se encuentra en que son varios los pasos para llegar a ciclohexanona, para después oxidar hasta ácido adípico. Este proceso lo tiene UNIVEX en la fabricación de Caprolactama para el Nylon 6. UNIVEX lo que hace es primero halogenar el ciclohexano para producir el derivado monohalogenado. Esto implica después de ello una separación por medio de destilación de dicho derivado. Posteriormente se lleva a cabo una hidrólisis alcalina con sosa para producir el ciclohexanol, que es oxidado a ciclohexanona.

Es decir, que en México se produce la ciclohexanona. Esta se oxida como se verá posteriormente hasta ácido adípico.

Este proceso es algo complicado como se verá después, pero es factible llegar hasta ciclohexanona, con lo cual se obtiene el adípico. La reacción sería de la siguiente forma, teniendo en cuenta primero la halogenación y la hidrólisis, para terminar con la oxidación:



Ciclohexano

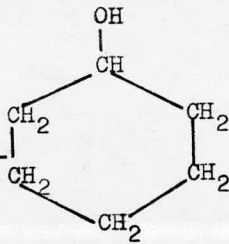


monoclorociclohexano.

da:

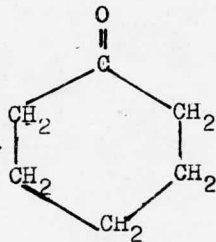
NaOH

H₂O (hidrolisis)



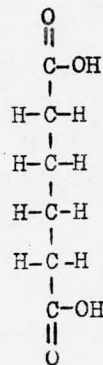
Ciclohexanol

(O)
HNO₃



Ciclohexanona

(O)
HNO₃



Acido Adípico

Rendimiento:
entre
50% y 53%

9.- A Partir de Ciclohexanona.-

Como se ha visto antes, casi todos los procesos de obtención de ácido adípico tienen que pasar antes por la ciclohexanona. La reacción de obtención de ácido adípico a partir de ciclohexanona tiene un rendimiento muy bueno, de 80% a 85% de rendimiento.

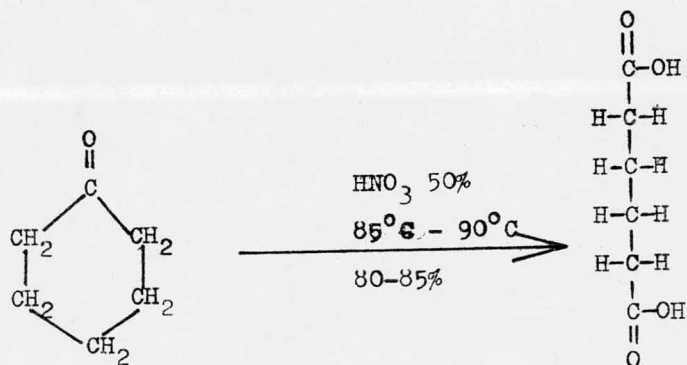
La oxidación de ciclohexanona para producir el ácido adípico, se produce con ácido nítrico, a razón de dos moles de ácido nítrico por una mol de ciclohexanona. El ácido nítrico es un reactivo relativamente barato, por lo que este método es, se puede decir así, el escogido, ya que además de esto, en México se produce ciclohexanona, por medio de UNIVEX, como ya se había dicho anteriormente.

La ciclohexanona fabricada por UNIVEX, sale a razón de 13100 pesos la tonelada. A esto hay que sumarle el 4% de impuestos mercantiles y el 5% del transporte, con lo que realmente la ciclohexanona viene saliendo al precio de 14279 pesos. la tonelada.

La ventaja de partir de ciclohexanona y no de ciclohexano estriba en que es sólo una reacción, por lo que sólo es necesario un reactor. Además aunque la ciclohexanona es mas cara que el ciclohexano, el rendimiento de la reacción es de 80% a 85% de rendimiento si se parte de ciclohexanona, contra 50% a 53% si se parte de ciclohexano.

Además el hecho de que la reacción sea de un solo paso implica, por consiguiente, un gran ahorro en equipo, en materias primas y en el número de hombres que operen la maquinaria adicional.

Se está comparando la ciclohexanona y el ciclohexano para producir ambos el ácido adípico, porque son productos fabricados en México, uno por UNIVEX, y el otro es fabricado por PEMEX. Todos los demás métodos analizados implican en ellos productos de importación, por lo cual no son factibles. La reacción de obtención del ácido adípico a partir de ciclohexanona sería la que a continuación se expresa:



ciclohexanona

da:

Acido adípico.

Esta reacción también tiene como ventaja que el ácido adípico formado cristaliza en un medio ácido como el obtenido en ella, lo cual facilita su separación. Además la solubilidad del ácido adípico en el agua, es re-

lativamente pequeña (de 1.4 gramos en 100 gramos de agua),
lo cual facilita su lavado y las pérdidas por ello son -
pequeñas.

CAPITULO V

V.- DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO.

1.- Balance de Material.-

Tomando como base los datos obtenidos en el estudio del mercado del ácido adípico, se va a dimensionar el equipo necesario de lo que sería una planta productora de dicho ácido.

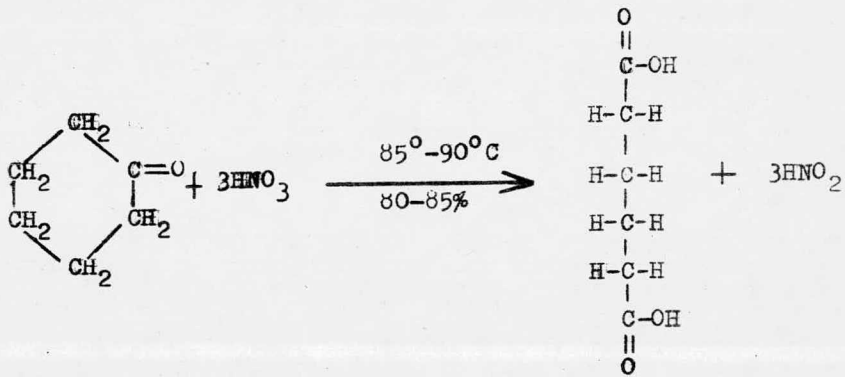
Si se observan tales datos, se podrá notar que la cantidad de ácido adípico necesaria en México para los próximos diez años, se estima que no rebasará las 2000 toneladas anuales. Por lo tanto, el balance de material tendrá como base de producción las 2000 toneladas estimadas.

Teniendo en cuenta que un año abarca 250 días hábiles, se tendrán que producir teóricamente 8 toneladas diariamente. Si se trabajan dos turnos al día, es decir, 16 horas diarias, se producirán 0.5 toneladas por cada hora de trabajo.

Tomando en cuenta lo anterior, se podrá empezar a hacer un balance de material. El proceso de obtención de ácido adípico será a partir de la oxidación de la ciclohexanona como se dijo antes. Aunque es mas cara que el

ciclohexano, la diferencia en precio se paga por el ahorro en equipo extra, así que como por el ahorro en materia prima y en el número de horas-hombre extras que implican el partir de ciclohexano.

La reacción es la que sigue a continuación:



Ciclohexanona	Ácido	da:	Acido	Acido
	Nítrico		Adípico	Nitroso.

Los pesos moleculares respectivos en la reacción son los siguientes:

Ciclohexanona	Ácido Nítrico	Ácido Adípico	Ácido Nitroso
98	63 x 3 = 189	146	47 x 3 = 141

Es decir, que las cantidades que se tiene arriba corresponden a las cantidades de la estequiometría de la reacción que señala que una mol de ciclohexanona reaccionará con tres moles de ácido nítrico para dar una mol de ácido adípico, mas una mol de ácido nitroso.

Para hacer el balance de material es necesario tomar en cuenta la estequiometría de la reacción. Se necesitan obtener diariamente 8 toneladas de ácido adípico; para obtenerlas se necesitan 5.37 toneladas diarias de ciclohexanona teóricas. Como el rendimiento de la reacción es de 80% a 85%, serán necesarias 6.72 toneladas de ciclohexanona para producir 8 toneladas del producto. Análogamente, serán necesarias 10.37 toneladas de ácido nítrico teóricas para producirlas. Tomando en cuenta el rendimiento de la reacción, serán necesarias 12.96 toneladas de ácido nítrico para que reaccionen con las 6.72 toneladas de ciclohexanona y se produzcan las 8 toneladas de ácido adípico diariamente.

El ácido nítrico se reduce formando ácido nitroso que es inestable y a partir del cual se puede recuperar el ácido nítrico. Por ahora bastará decir que en la práctica son necesarias 0.9 toneladas de ácido nítrico por tonelada de ácido adípico producida. Esta cantidad de ácido nítrico necesaria por tonelada de ácido adípico producida es tomada en cuenta en el análisis económico.

2.- Diagrama de Flujo.-

A continuación será descrito el diagrama de flujo utilizado en el proceso. La línea principal del proceso parte de los reactores donde son mezclados la ciclohexanona con el ácido nítrico. El producto es enfriado por un gran radiador y el calor obtenido es aprovechado para el secado. El producto pasa al cristalizador donde son obtenidos los cristales de ácido adípico.

Los cristales del producto son filtrados y lavados perfectamente. Se ha calculado que son necesarios 20 litros de agua por kilogramo de producto en todo el proceso.

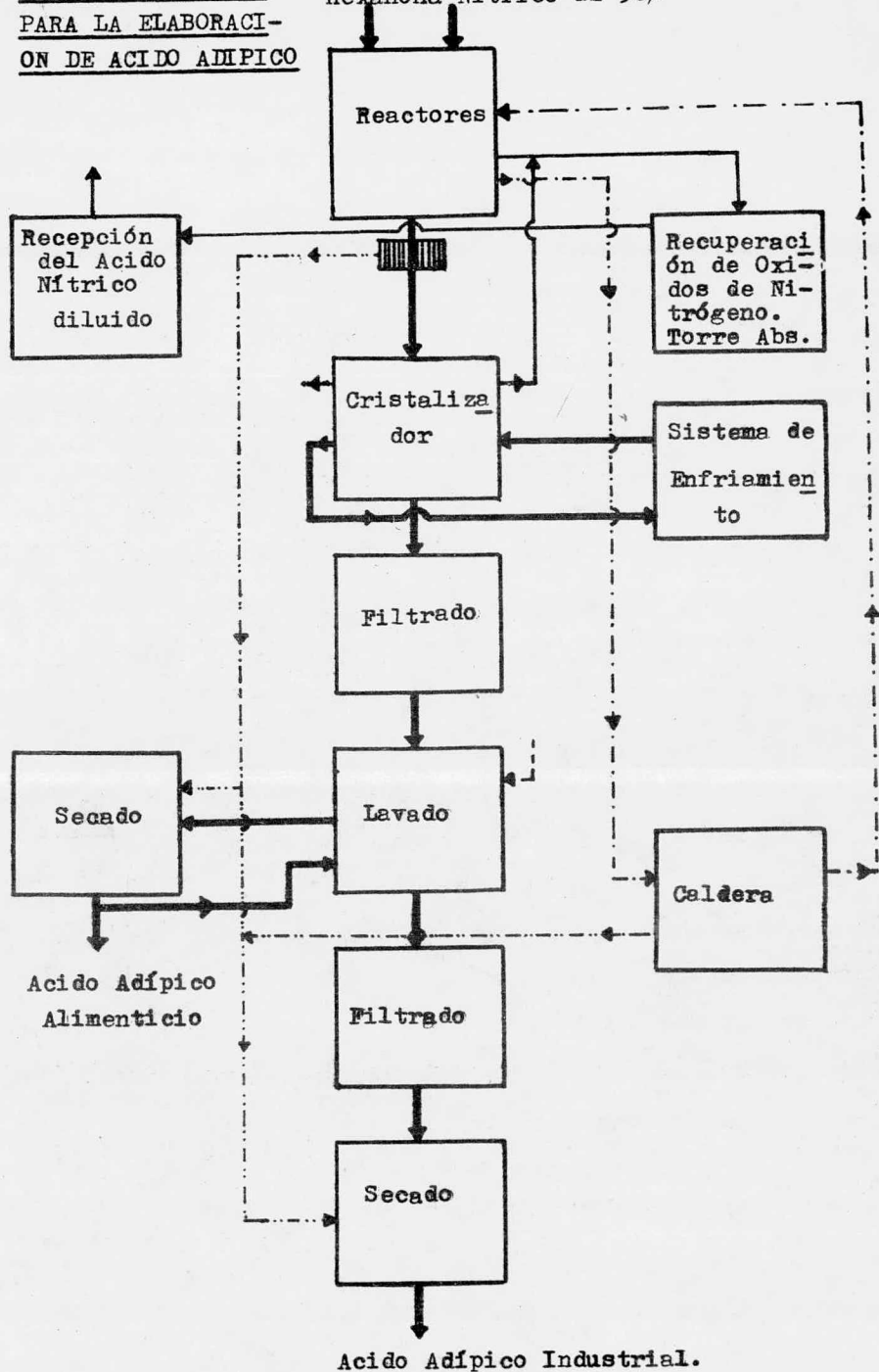
Aquí se separan dos corrientes, una para obtener ácido adípico grado industrial y otra para obtener ácido adípico grado alimenticio.

La corriente de recuperación de ácido nítrico a partir de los óxidos de nitrógeno obtenidos es la clave de que el proceso sea costeable. De esta corriente se obtiene ácido nítrico diluido. A continuación se definen las corrientes:

—————	Corriente Principal
—————	Corriente de Recuperación
-----	Agua de Lavado
=====	Agua de Enfriado
—————	Agua Caliente
-----	Aceite Caliente
-----	Aire y Gas Calientes

DIAGRAMA DE FLUJO
PARA LA ELABORACION
DE ACIDO ADIPICO

Ciclo- Acido
hexanona Nitrico al 50%



3.- Características del Equipo.-

a) Tanque de Ácido Nítrico.-

Las características que el tanque de almacenamiento de ácido nítrico tenga, dependerán del balance de material. También se tiene que tener en cuenta la frecuencia con la que se surta dicho reactivo. Se supone que el reactivo es surtido una vez por semana.

El balance de material expresa que serán necesarias 12.96 toneladas de ácido nítrico diariamente. Tomando en cuenta la densidad del ácido nítrico, se tiene lo que sigue para calcular el volumen:

$$\text{Volumen HNO}_3 = \frac{12.96 \text{ T} \times 10^3 \text{ Kg} \times 10^3 \text{ g}}{1 \text{ T} \quad 1 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{1.52 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ lit}}{1000 \text{ cm}^3} = 8,526 \text{ l}$$

Como se trabajarán cinco días a la semana, se tendrá que el tanque de ácido nítrico poseerá un volumen de 42,630 litros como mínimo, ya que el anterior será el volumen ideal. Hay que considerar que el HNO_3 está al 68 % y se deberán considerar retrasos en las entregas, por lo que el volumen real del tanque será de 70000 litros, para tener las reservas necesarias del reactivo que se está tratando.

El material de dicho tanque será de lámina de acero forrada interiormente con fibra de vidrio que no es atacada por el ácido nítrico y que es mucho mas económica que el acero inoxidable.

b) Tanque de ciclohexanona.-

La ciclohexanona es un líquido poco soluble en agua y que tiene una densidad de 0.95 g/cm^3 a 20°C . La ciclohexanona es un líquido que no ataca a la resina de la fibra de vidrio, por lo que el material del tanque o los tanques que la contengan será fibra de vidrio.

La capacidad del tanque o tanques que contengan tal reactivo dependerá como en el anterior caso, del balance de material y de la rapidez en las entregas.

La ciclohexanona es fabricada por UNIVEX, y sería surtida una vez por semana.

Según el balance de material, se tiene que se consumirán 6.72 toneladas de ciclohexanona diariamente. Si el surtido es una vez por semana, se tiene que se consumirán 33.6 toneladas de ciclohexanona en una semana. Si se considera que la densidad de la ciclohexanona es de 0.95 g/cm^3 , el volumen de ciclohexanona requerido por semana será como sigue:

$$\text{Volumen de Ciclohexanona} = 33.6 \text{ T} \times \frac{10^6 \text{ g}}{\text{T}} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{0.95 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ lit}}{10^3 \text{ cm}^3} = 35,370 \text{ lit}$$

Considerando retraso en las entregas, y además que el reactivo anterior es sumamente importante y mas difícil de conseguir que el ácido nítrico, se tendrán cuatro tanques de 40 000 litros cada uno, para tener una reserva de tal reactivo.

c) Tanque de Agua.-

Como se puede ver en el diagrama de flujo, el agua tiene una multitud de usos en el proceso. En un momento dado puede ser utilizada como disolvente del ácido nítrico, es utilizada como líquido de enfriamiento del cristizador, así como para disolver el dióxido de nitrógeno y el ácido nitroso en la reacción en la cual se recupera el ácido nítrico como se podrá ver posteriormente cuando sea tratado dicho punto.

Solamente para disolver el ácido nítrico, es necesaria gran cantidad de agua, y así mismo para la corriente secundaria de disolución de óxidos de nitrógeno. En la cristalización, el agua es recuperada por una torre de enfriamiento, como también se puede observar en el diagrama de flujo. Es por esto que el tanque de agua será un tanque cisterna de 100 metros cúbicos de volumen, cuyas dimensiones se analizan en el diagrama o cuadro sinóptico.

d) Tanque de Recepción de HNO_3 diluido.-

Este tanque tendrá la función de recibir el ácido nítrico diluido que proviene de la torre de absorción de óxidos de nitrógeno. El volumen de dicho tanque será de 4 metros cúbicos y sus dimensiones serán vistas después.



e) Tanque de Mezcla de HNO_3 al 50 %.-

En este tanque llegan dos corrientes de ácido nítrico. La primera es de ácido nítrico concentrado al 68 %, y la segunda es de ácido nítrico diluido que proviene de la torre de absorción de óxidos de nitrógeno desprendidos en la reacción de formación de ácido adípico. Aquí se mezclan ambas corrientes para formar el ácido nítrico al 50 % que es el apropiado para la reacción.

El volumen de este tanque obviamente dependerá del balance de material y del tiempo de duración de la reacción. El tiempo es aproximadamente de dos horas, por lo que dicho tanque se calculará para cargarse y descargarse cada tres horas.

Se trabajarán dos turnos diariamente. Esto quiere decir que el tanque será cargado y descargado unas cinco veces al día. Esto también es aplicado a los reactores.

Si el ácido nítrico se encontrara al 100 % de concentración, serían necesarias casi 13 toneladas diariamente. Esto significa que si el ácido nítrico utilizado en la reacción es del 50 % serán necesarias 26 toneladas de ácido. Se ha visto en la práctica que por cada tonelada de ciclohexanona se requieren tres toneladas de ácido nítrico. Por lo tanto serán necesarias 20.2 toneladas de ácido nítrico diariamente.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, ya se puede calcular el volumen del tanque de mezclado de ácido nítrico al 50 %. Es decir, que se tendrán 13 500 litros por día tomando en cuenta para ello la recuperación del ácido nítrico diluido. Como son cinco cargas y descargas el volumen anterior se tendrá que dividir entre las cinco veces que se cargará y descargará.

Por lo tanto, el volumen ideal del tanque sería de 2 700 litros. Al tanque se le dará un volumen real de 3000 litros.

El material del tanque será el mismo que el del tanque de almacenamiento de ácido nítrico, es decir de lámina recubierta interiormente con fibra de vidrio.

Como el tanque requiere de agitación, esta será transmitida con un motor de dos caballos de fuerza, suficientes para tal función.

f) Reactores.-

Como el objetivo de esta tesis es analizar si el proyecto de fabricación de ácido adípico en México es costeable o no lo es, entonces solamente se hará un balance de material en el reactor para encontrar el volumen, y mediante

ese volumen y características, preguntar una cotización posterior de tales reactores.

Se ha determinado que un número de dos reactores es mas que suficiente para abarcar la demanda del país, pero podría ser aumentado dicho número.

El volumen de esos reactores va a depender del balance de material que toma como base el estudio del mercado anteriormente expuesto.

Para hacer el balance de material, se sumarán los volúmenes de ciclohexanona y de ácido nítrico. Se dividirá tal volumen en los dos reactores. Además el número de cargas y descargas en los reactores será de cinco, ya que el tiempo de permanencia en el reactor es de 2.5 horas como se verá posteriormente. El balance de material será de la forma siguiente:

Volumen de Acido nítrico diario	=	4050 litros
Volumen de Ciclohexanona diario	=	7074 litros
Volumen diario de HNO_3 diluido	=	9450 litros
TOTAL		21574 litros

El volumen por reactor será:

10,787 litros.

El volumen del reactor está en función del tiempo que dura la reacción. Este tiempo se estima que es de 2.5 horas, al cual se le debe añadir media hora de cargas y descargas. Se ha dicho que las cargas y descargas en los reactores será de cinco diariamente, por lo que se tiene - que el volumen ideal del reactor será de:

Volumen Ideal del reactor = 2158 litros.

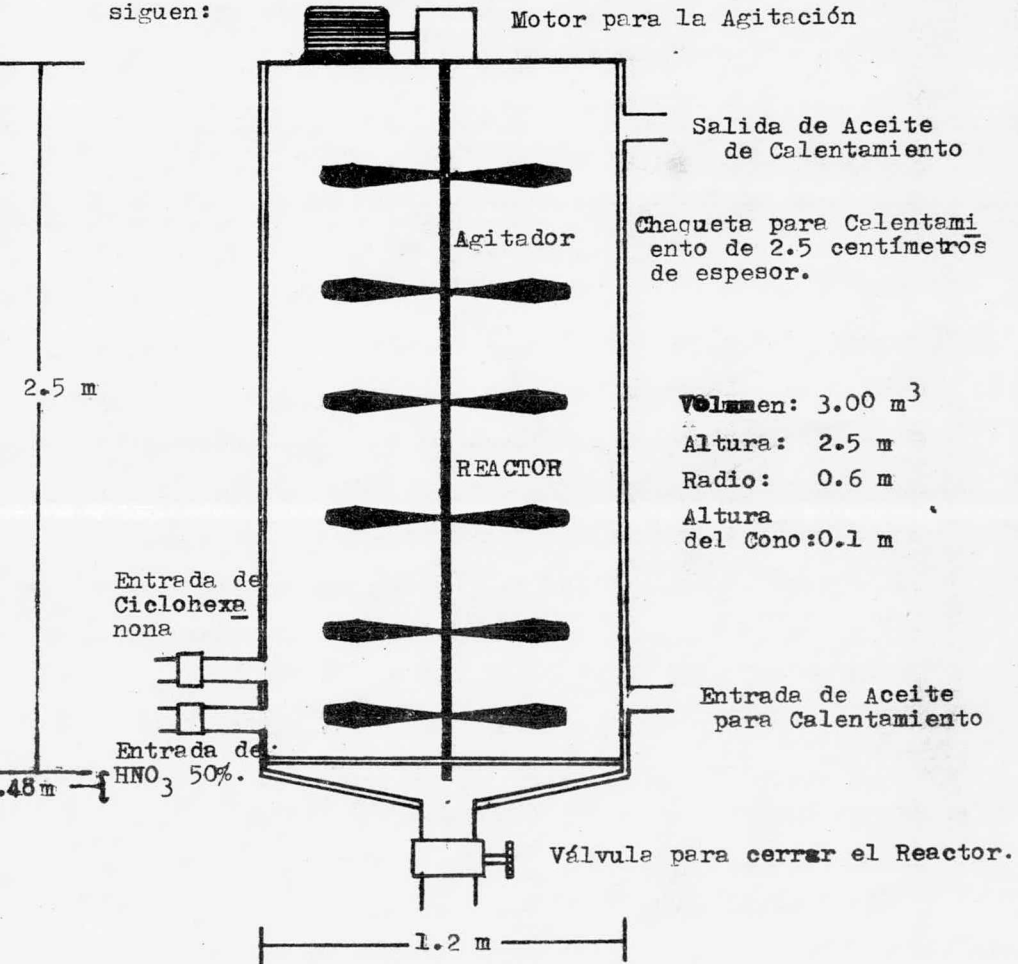
El volumen real del reactor se estime en 3000 litros, ya que hay que considerar la agitación y otros factores que implican mayor volumen.

→ Dicho reactor tendrá agitación por medio de un motor de dos caballos de fuerza que es una potencia suficiente para agitar los reactivos.

El reactor estará recubierto por una chaqueta de lámina de acero con 2.5 centímetros de espesor, con el objeto de dar cabida al fluido caliente proveniente de las calderas y que tendrá la función de calentar el reactor.

En el tiempo de permanencia en el reactor viene incluido el tiempo de calentamiento de los reactivos, es decir, el tiempo que tardan en alcanzar la temperatura de 80°C a 90°C tanto la ciclohexanona como el ácido nítrico y compuesto que se este formando por la oxidación.

Las dimensiones de cada uno de los reactores serán las que siguen:



De los reactores se obtiene una corriente de óxidos de nitrógeno y de ácido nitroso (que se descompone por agitación como veremos posteriormente), que se unen a la corriente secundaria de recuperación de óxido nítrico.

Por tanto, el volumen de cada reactor queda establecido en 3000 litros, es decir, que el volumen se aumentó de 2158 litros a este nuevo volumen, debido a que el volumen anterior es el volumen ideal. El material del reactor, será acero inoxidable, y de la chaqueta será de lámina acerada, ya que sólo conduce esta última, el aceite de calentamiento del reactor proveniente de la caldera.

g) Cristalizador.-

La unidad de cristalización, constará de dos partes, un sistema de enfriamiento del producto recibido del reactor y el cristalizador propiamente dicho.

El sistema de enfriamiento del producto de reacción que sale a una temperatura de 85°C a 90°C , no es mas que un gran radiador con un ventilador, por lo que el aire jalado por dicho ventilador, enfría el producto de reacción, hasta una temperatura de mas o menos 45°C , temperatura a la que todavía no comienza a cristalizar el ácido adípico. El aire caliente obtenido por la transferencia de calor del producto de reacción, es utilizado en los secadores como veremos posteriormente.

La unidad de cristalización constará, de un cristalizador continuo en el que habrá agitación constante con un agitador de listón que girará a 7 r.p.m. El cristalizador tendrá siete metros de largo por setenta centímetros de ancho, y el agitador será impulsado por un motor de dos caballos de fuerza.

La cristalización del ácido adípico se lleva a cabo con pH ácido, por lo que no hay ningún problema ya que el producto proveniente de los reactores tendrá un pH ácido.

Tanto el cristalizador como el radiador tendrán que ser de acero inoxidable, debido a la acción oxidante de los residuos de ácido nítrico en la corriente.

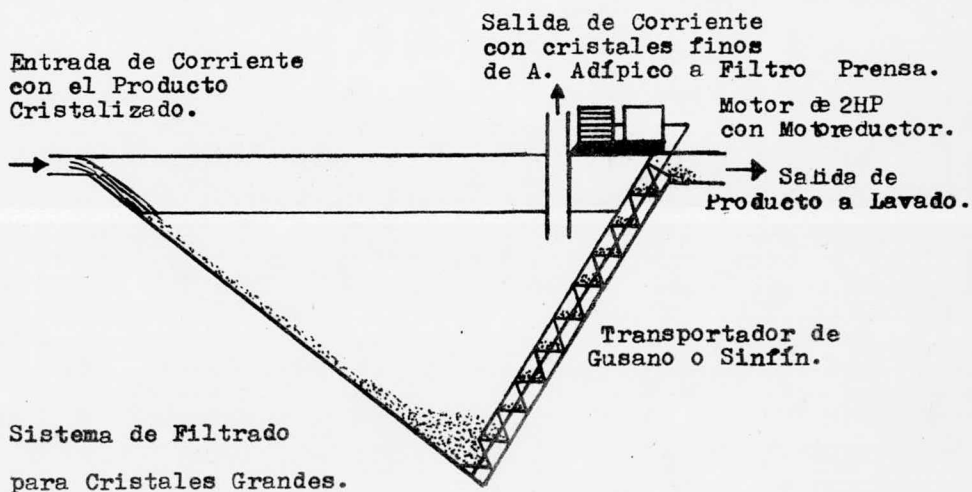
El agua de cristalización tiene que ser recuperada y enfriada, por lo que la mayor parte de esta al salir del cristalizador es conducida a una torre de enfriamiento y después a una unidad de refrigeración, de donde el agua saldrá a una temperatura de aproximadamente 4°C , para ser utilizada nuevamente.

h) Unidades de Filtración.-

La unidad de filtración constará de dos partes: una unidad de filtración para cristales grandes que constará de un tanque con relieve de material de fibra de vidrio

con un **sinfín** que servirá de transportador de los **cris-**
tales, y de un **filtro prensa**, que será alimentado con la
corriente de líquido proveniente del sistema de filtrado
para cristales mayores.

El ácido adípico cristaliza en formas laminares, re-
dondeadas e incoloras. Los cristales **grandes** serán **sepa-**
rados con el anterior sistema.



Para separar los cristales pequeños, se emplea un
filtro prensa, y dichos cristales son lavados con agua
fría dentro del mismo filtro. De aquí será obtenido el
ácido adípico grado alimenticio, ya que el lavado dentro
del filtro es sumamente efectivo.

1) Lavado.

La operación de lavado es dividida en dos etapas, una de las cuales ya ha sido descrita anteriormente, y se lleva a cabo dentro del mismo filtro prensa, al hacer pasar una corriente de agua fría durante un determinado tiempo, para obtener la calidad deseada del ácido adípico grado alimenticio.

El ácido adípico grado industrial, es tomado de la corriente de cristales grandes obtenida del sistema de filtrado descrito anteriormente. El lavado se lleva a cabo en un tanque de fibra de vidrio cuyo volumen dependerá básicamente del balance de material.

Del balance de material se tendrá que llegarán al tanque de lavado 1000 litros por hora. Si estimamos el tiempo de lavado en 15 minutos, cada hora tendremos cuatro lavados.

El tanque por lo tanto deberá tener como mínimo un volumen de 500 litros, 250 del producto proveniente de la filtración y 250 como mínimo de agua fría. El lavado se hace con agua fría debido a la baja solubilidad del ácido adípico en dicho líquido, de aproximadamente 1.5 gramos en cien gramos de agua. Esta agua es regresada al cristizador para tener la menor cantidad de pérdidas posible en el proceso. Ahora, el volumen del tanque de lavado se estimará en 1000 litros como volumen real.

j) Filtrado.-

Después del lavado del ácido adípico, se hace necesario otro filtrado. Esta operación será de características muy parecidas a la anterior operación de filtración.

El ácido adípico grado industrial que proviene del tanque de lavado, se vuelve a pasar por una tina con relieve, que contiene un sinfín o transportador de gusano para recuperar de esta forma, los cristales grandes de ácido adípico.

De aquí, se vuelve a pasar la corriente líquida al mismo filtro prensa, que recupera la muy pequeña cantidad de cristales también pequeños, que se generan en esta operación.

El ácido adípico grado alimenticio, como se había dicho antes, se hace pasar a secado directamente, solamente desarmando el filtro prensa y llevando las tortas de adípico húmedo, al secador rotatorio correspondiente para la obtención de ácido adípico grado alimenticio. Es decir, que el lavado se hace dentro de la propia unidad con agua fría, únicamente cambiando la corriente proveniente de cualquiera de las unidades de filtración y aprovechando la misma bomba, por lo que el lavado es mucho más eficiente dentro de dicho filtro prensa, que en el tanque de lavado.

k) Secado.-

Del tanque de lavado y del filtro prensa salen dos corrientes que van a secado. Los secadores necesarios para cada una de estas corrientes son secadores rotatorios. Para efectuar la operación de secado, son aprovechados los gases de combustión y el aire caliente que se despiden al quemarse el gas combustible de la caldera. También es aprovechado el aire calentado por el radiador que se encuentra después de los reactores.

Las dimensiones de cada uno de los secadores rotatorios dependerán del balance de material.

El secador número uno recibirá la cantidad de 500 kilogramos mas o menos por hora. Se estima que el secador dos recibirá la cantidad de 100 kilogramos por hora.

Ambos secadores tendrán ciclones recolectores de finos al final de ellos.

El envase del ácido adípico se encuentra a continuación del secado. El producto será envasado en tambores de 100 o 200 kilogramos, dependiendo si es ácido adípico grado industrial o bien, grado alimenticio.

1) Corriente de Recuperación de Acido Nítrico.-

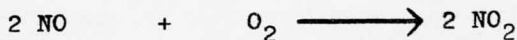
Para estudiar la corriente de recuperación de ácido nítrico es necesario saber que el ácido nitroso desprendido en la reacción de oxidación de la ciclohexanona con ácido nítrico, es inestable y se transforma en ácido nítrico. En general, los óxidos de nitrógeno desprendidos en la reacción de oxidación de la ciclohexanona, se disuelven en agua para producir ácido nítrico de la siguiente forma:



Dióxido de Nitrógeno mas Agua da: Acido Nitroso mas Acido Nítrico



Acido Nitroso da: Acido Nítrico mas Monóxido de Nitrógeno mas Agua



Monóxido de Nitrógeno mas Oxígeno da: Dióxido de Nitrógeno

RCM
Las dimensiones de la torre de absorción de los óxidos de nitrógeno para recuperar el ácido nítrico, dependerán también del balance de material.

Del balance de material se tiene que se desprenden casi 8 toneladas de tales compuestos diariamente. Se sabe que prácticamente se recupera el 70 % del ácido nítrico utilizado en la reacción de oxidación de la ciclohexanona. Por lo tanto, la torre de absorción tendrá las dimensiones apropiadas para absorber casi ocho toneladas de óxidos de nitrógeno.

Para ello, la altura de dicha torre será de 8 metros. Tal estimación es la apropiada para dicha función. El empaque de la torre será de cerámica y el material de la torre será de lámina de acero recubierta con fibra de vidrio.

De la torre de absorción sale una corriente que es recibida en un tanque de fibra de vidrio de 4 m³ de volumen.

m) Sistema de Calentamiento (Caldera).-

La caldera a instalar va a proporcionar el calor necesario a los reactores para que se mantenga la temperatura entre 85°C y 90°C, que es la temperatura requerida en la reacción.

La caldera funcionará calentando aceite. Este aceite tiene la característica de ser sumamente ligero y de mantener la temperatura, alcanzando hasta 150°C en condiciones óptimas. La caldera tendrá un gasto de aceite de 50 litros por minuto proporcionados por una bomba de 2 caballos de fuerza.

La capacidad de aceite en los reactores será de acuerdo al diseño, de 0.53 m^3 (encontrada por diferencia de volúmenes), por tanto el volumen de aceite manejado por la caldera será de 1000 litros. Este volumen de aceite es recirculado por lo que se estima que no hay pérdidas. Cuando se alcanza el régimen continuo el gasto de combustible es mínimo y se estima que es de 0.2 kilogramos de gas por kilogramo de ácido adípico producido.

El tanque de combustible deberá de tener un volumen de 5000 litros. Además se tendrá un tanque de 1000 litros de aceite para la caldera de reserva en el almacén.

(n) Bombas.-

En el proceso de fabricación de ácido adípico son utilizados bombas, ventiladores y un compresor. Los materiales de dichos aparatos dependerán del material que manejen, y estarán contruidos de acero o resina.

BOMBAS, VENTILADORES Y COMPRESOR UTILIZADOS.-

BOMBA VENTILADOR O COMPRESOR	REACTIVO MANEJADO	GASTO l/min	MOTOR HP	MATERIAL
Bomba 1	Acido Nítrico	50	2	Resina
Bomba 2	Ciclohexa- nona	100	5	Acero
Bomba 3	Acido Nítrico 50%	100	5	Resina
Bomba 4	Acido Nítrico	50	2	Resina
Bomba 5	Aceite de Caldera	50	2	Acero
Compesor 6	Oxidos de Nitrógeno	200	2	Resina
Bomba 7	Agua	50	2	Acero
Ventilador 8	Aire Cali- ente	500	2	Acero
Ventilador 9	Aire Cali- ente	500	2	Acero
Bomba 10	Producto Fino en Agua	50	2	Acero
Bomba 11	Agua de Cristali- zación	50	2	Acero
Bomba 12	Acido Adi- pico en Agua	50	2	Acero

ñ) Tubería y Accesorios.-

La línea principal del proceso llevará tubería de 4 pulgadas de diámetro cédula 40, para facilitar la carga y descarga de los reactores. La línea secundaria llevará tubería de 2 pulgadas cédula 40, lo mismo que las demás corrientes. La instrumentación está incluida en el equipo.

TANQUES UTILIZADOS.-

TANQUE Y FUNCION	GEOMETRIA	VOLUMEN (m ³)
Tanque de Almacenamiento de Acido Nítrico	Cilíndrico	70
4 Tanques de Almacenamiento de Ciclohexanona	Cilíndrico	40
Tanque de Almacenamiento de Agua	Cisterna	100
Tanque de Recepción de HNO ₃ diluido	Cilíndrico	4
Tanque de Lavado del Acido Adípico Industrial	Cilíndrico	1
Tanque de Combustible para la Caldera	Cilíndrico	5
Tanque de Aceite de la Caldera	Cilíndrico	1
Tanque de Mezcla HNO ₃ al 50%	Cilíndrico	3

4.- Distribución de la Planta.-

A continuación se describirá la distribución de los edificios en la planta de fabricación de ácido adípico. Dentro de dicha planta habrá tres zonas que serán: zona de proceso, almacén y las oficinas.

La zona de proceso ya fue descrita anteriormente. El almacén por su parte estará dividido en varias partes. Estas serán: Almacén de herramienta y equipo, almacén de materia prima, almacén de envase y almacén de producto terminado.

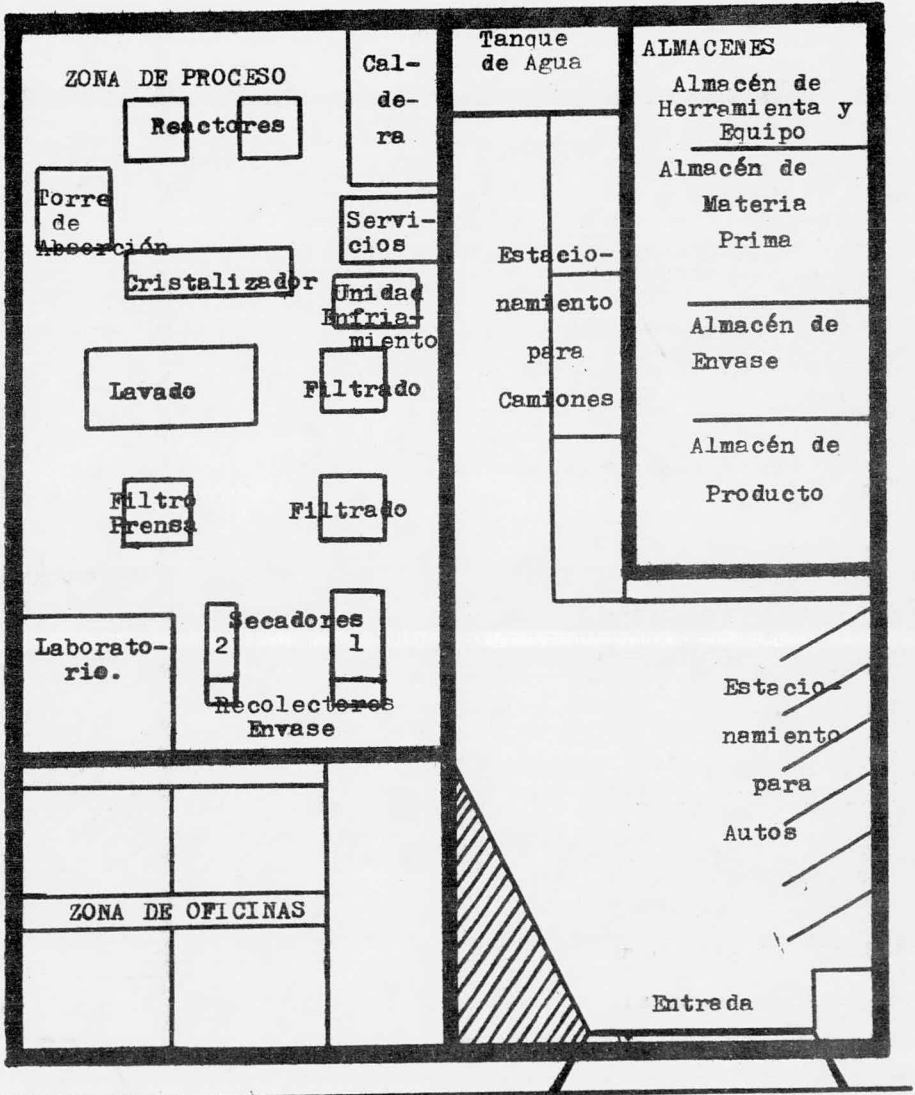
Junto a la zona del almacén se encontrará la zona de servicios. Tales servicios son el agua (para proceso, enfriamiento y lavado), aceite para la caldera, combustible para la misma, grasa para el equipo, etc.

En la zona de oficinas se encontrarán la del gerente general, gerente de producción, ingeniero de turno y sala de espera. También habrá sala de juntas.

La planta constará de un pequeño laboratorio químico en el que se verificará la calidad del producto y se analizará en algunas partes claves del proceso.

El plano de distribución de la planta, muestra con mayor detalle lo anteriormente dicho y es el siguiente:

PLANO DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA.-



CARRETERA

Area del Terreno: 950 m².

II.- ANALISIS ECONOMICO.

CAPITULO VI

VI.- ESTIMACION DE LA INVERSION.

1.- Inversión Fija.-

Para poder estimar la inversión fija de una planta de ácido adípico en México, es necesario primero pedir cotizaciones de lo que sería el equipo utilizado en dicha planta a las distintas compañías dedicadas a ello. Para dicho efecto a continuación se presenta una lista del equipo utilizado en la planta, incluyendo el material y precio del equipo:

COTIZACION DEL EQUIPO:

EQUIPO	MATERIAL	PRECIO (pesos)
2 Reactores	Acero Inoxidable	600 000.00
Radiador	Acero Inoxidable	50 000.00
Cristalizador	Acero inoxidable	250 000.00
Unidad de Enfriamiento	Fibra de Vidrio	50 000.00
2 Unidades de Filtración	Fibra de Vidrio	100 000.00
Filtro Prensa	Acero Inoxidable	100 000.00
Torre de Absorción	Fibra de Vidrio	100 000.00
2 Secadores Rotatorios	Acero Inoxidable	550 000.00
Caldera de Aceite	Acero	100 000.00
2 Recolectores de Finos	Acero Inoxidable	500 000.00

EQUIPO	MATERIAL	PRECIO (pesos)
2 Ventiladores	Acero	20000.00
Tanque Cisterna	Cemento	150000.00
Tanque para Acido Nítrico	Acero Inoxidable	150000.00
4 Tanques para Ciclohexanona	Fibra de Vidrio	400000.00
Tanque Mezclador	Acero Inoxidable	10000.00
Tanque para Acido Nítrico Diluido	Acero Inoxidable	10000.00
TOTAL		3 040 000. 00

Este total se refiere al costo del equipo sin instalar, por lo que la inversión fija será calculada de la siguiente forma:

INVERSION FIJA	PRECIO EN PESOS
EQUIPO	3 040 000.00
INSTALACION	1 026 000.00
TOTAL	4 066 000.00
TUBERIA DE PROCESO	400 000.00
INSTRUMENTACION	100 000.00
EDIFICIOS	750 000.00
TOTAL	5 316 000.00

Al total anterior hay que sumarle un 20% de imprevistos, por lo que será:

TOTAL	5 316 000.00
20% IMPREVISTOS	<u>1 063 000.00</u>
TOTAL	6 379 000.00

Este total, se multiplica por un factor práctico igual a 1.8, en el cual se incluyen terreno, gastos de ingeniería, preparación del sitio, etc. Por lo tanto, la inversión fija para 1977 será de 11 482 200.00 pesos, por lo cual se hace una escalación del precio a 1978 de la siguiente forma: (Escalación debida a problemas de inflación)

ESCALACION	1977-----	20% de aumento
(aumento en costo)	1978-----	15% de aumento

El programa de inversión tomando en cuenta la escalación, será de 40% en 1977 y 60% en 1978, por lo cual la inversión real será:

INVERSION EN 1978:

11 482 200	x	0.4	x	1.2	=	5 511 000.00
11 482 200	x	0.6	x	1.35	=	<u>9 300 000.00</u>

INVERSION EN 1978	14 800 000.00 pesos
-------------------	---------------------

2.- Costos de Producción.-

Los costos de producción incluyen en primer lugar la materia prima utilizada. Se ha estimado que el incremento en precio de la ciclohexanona es del 7% bianual. A continuación se expone una lista que incluye lo referente a materia prima:

MATERIA PRIMA

AÑO	M A T E R I A S P R I M A S						COSTO NETO pesos/Kg
	CICLOHEXANONA			ACIDO NITRICO			
	Tons. cons.	Rendim. Kg/Kg	Costo \$/Kg	Tons. cons.	Rendim. Kg/Kg	Costo \$/Kg	
1979	1008	0.84	14.3	1080	0.90	5.00	16.512
1980	1176	0.84	14.3	1260	0.90	5.00	16.512
1981	1344	0.84	15.3	1440	0.90	5.00	17.352
1982	1512	0.84	15.3	1620	0.90	5.00	17.352
1983	1680	0.84	16.4	1800	0.90	5.00	18.276
1984	1680	0.84	16.4	1800	0.90	5.00	18.276
1985	1680	0.84	17.5	1800	0.90	5.00	19.200
1986	1680	0.84	17.5	1800	0.90	5.00	19.200
1987	1680	0.84	18.8	1800	0.90	5.00	20.292
1988	1680	0.84	18.8	1800	0.90	5.00	20.292

En el costo de producción también son considerados los servicios, de los que se obtiene la siguiente lista:

SERVICIOS	UNIDADES POR TON	PESOS POR UNIDAD	COSTO UNITARIO \$/Kg
Agua m ³	26.00	0.900	0.02340
Gas Kg	230.00	0.340	0.07820
Electricidad Kwh	95.00	0.580	0.05510

Dentro de los costos de producción también se incluyen mano de obra y supervisión. La supervisión tiene un incremento anual del 10 % y para la mano de obra se consideró un incremento anual del 12 %. Para la supervisión se consideraron que trabajarían un gerente general, un gerente de producción, ingenieros de Turno y un laboratorista. Para la mano de obra se consideraron nueve obreros.

Otro costo de producción es el mantenimiento que se consideró como el 5 % de la inversión.

Se consideran también los gastos generales con un incremento anual del 5 %. Los materiales en general entran dentro del costo de producción con un incremento anual del 10 % anual.

Se considera la depreciación también dentro de dichos costos. En este caso la depreciación es el 10 % anual de la inversión depreciable, es decir toda la inversión menos 750 000 pesos del terreno, o el 10 % de 14 050 000.00 pesos.

Es decir, que dentro de los costos de producción, - además de la materia prima y los servicios, intervienen otros factores que son:

Mano de Obra.- Se considera que la planta trabajará con nueve obreros con salario de 200 pesos diarios y un costo total a la compañía de 1800 pesos diarios. El aumento anual del salario para cada obrero, se estima en un 12 % .

Supervisión.- La planta estará manejada por:

Actividad	Personas	Sueldo \$/Mes	Prestaciones
Gerente General	1	35 000	30 %
Gerente de Producción	1	25 000	30 %
4 Ingenieros de turno	1	10 000	30 %

Depreciación.- La depreciación del equipo se estima en 10 % anual y de edificios en 3 % anual.

Mantenimiento.- Se considera que el mantenimiento será del 5 % de la inversión depreciable con el siguiente desglose: Materiales 60 % y mano de Obra 40 %, con un incremento anual del 10 % .

Impuestos y Participación.- Se considera en un 50 % de utilidades brutas, con el siguiente desglose: Impuestos - 42 %, Participación 8 %.

Regalías.- Se considera que las regalías están fijadas en un 10 % sobre las utilidades brutas.

Gastos de Venta y Administración.- Se estima en un 6 % sobre ventas.

Gastos Preoperativos y de Arranque.- Se considera que es un 5 % sobre la inversión fija, es decir, la cantidad de 740 000 pesos en el primer año.

Materiales de Operación.- Se considera que es un factor que incluye el 10 % de mantenimiento, mas 10 % de la depreciación.

Gastos Generales.- Se estiman en el 1 % sobre el activo fijo.

Reparto de Utilidades.- Se estima en el 8 % de la utilidad después de impuestos.

De acuerdo a los datos anteriores, se puese dar una lista que incluye el costo total de producción en México y que es la siguiente:

COSTO DE PRODUCCION DE ACIDO ADIPICO EN MEXICO.

C O S T O S D E P R O D U C C I O N (miles de pesos)								
AÑO	PRODUC. ANUAL	C O S T O S V A R I A B L E S					TOTAL	INCREMENTO UNITARIO
		MATERIA PRIMA	COSTOS VARIAB.	LABOR.	OTROS			
1979	1200	19814	188	0	0	20002	16.669	
1980	1400	23117	219	0	0	23336	16.669	
1981	1600	27763	251	0	0	28014	17.509	
1982	1800	31234	282	0	0	31516	17.509	
1983	2000	36552	313	0	0	36865	18.433	
1984	2000	36552	313	0	0	36865	18.433	
1985	2000	38400	313	0	0	38713	19.357	
1986	2000	38400	313	0	0	38713	19.357	
1987	2000	40584	313	0	0	40897	20.449	
1988	2000	40584	313	0	0	40897	20.449	

Como se puede ver, la lista anterior comprende sólo una parte de lo que es el costo de producción, lo demás continúa en las siguientes hojas:

C O S T O S D E P R O D U C C I O N
(miles de pesos)

AÑO	DETALLE DE LOS GASTOS FIJOS							
	MANO DE OBRA	SUPERVISION	MATE. EN GRAL	MANTE NIMI EN TO	GAS-TOS GRA-LES	DEPRE CIA-CION	TOTAL	UNITA RIOS
1979	854	1560	262	740	148	1405	4969	4.141
1980	940	1716	288	814	155	1405	5318	3.719
1981	1033	1887	317	895	163	1405	5700	3.563
1982	1137	2076	348	985	171	1405	6122	3.401
1983	1250	2284	383	1083	180	1405	6585	3.292
1984	1376	2512	422	1192	189	1405	7096	3.548
1985	1513	2763	464	1311	192	1405	7654	3.827
1986	1664	3040	510	1442	208	1405	8269	4.134
1987	1831	3344	561	1586	219	1405	8946	4.473
1988	2014	3678	618	1745	230	1405	9690	4.845

C O S T O S D E P R O D U C C I O N
(miles de pesos)

AÑO	COSTO TOTAL DE PRODUCC.	COSTO UNIT.	VENTAS ANUALES		UTILIDADES		NIV. PLANTA	
			PRECIO NETO	VENTAS M pesos	UT INC TOTAL	UT INC UNIT.	UTILIDAD TOTAL	UTILIDAD UNIT.
1979	24971	20.81	26.5	31800	11789	9.831	6829	5.69
1980	28654	20.437	26.5	37100	13764	9.831	8446	6.033
1981	33714	21.071	27.8	44480	16466	10.29	10766	6.729
1982	37638	20.91	27.8	50040	18524	10.29	12402	6.89
1983	43450	21.725	29.2	58400	21535	10.77	14950	7.475
1984	43961	21.981	29.2	58400	21535	10.77	14439	7.22
1985	46367	23.184	30.7	61400	22687	11.34	15033	7.52
1986	46982	23.491	30.7	61400	22687	11.34	14418	7.21
1987	47659	23.83	32.2	64400	25687	12.84	16741	8.37
1988	50587	25.294	32.2	64400	23503	11.75	13813	6.91

3.- Capital de Trabajo.-

La estimación del capital de trabajo estuvo basada en datos que da la experiencia. Se puede hacer una lista en donde se definen los elementos que forman el capital de trabajo, de la siguiente forma:

Efectivo en Caja	5 % de Ventas
Cuentas por Cobrar	54 días del Costo de Producción
<u>INVENTARIOS:</u>	
Materias Primas	15 días del Costo de Producción
Producto en Proceso	1 día del Costo de Producción
Producto Terminado	20 días del costo de Producción
Otros Inventarios	4 días de Ventas
Cuentas por Pagar	30 días del Costo de Materias Primas

Debido a que la planta que se está tratando es una - planta pequeña, se considera que no habrá financiamiento ni créditos de ninguna especie.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se puede - elaborar una lista de la siguiente manera:

CAPITAL DE TRABAJO

(miles de pesos)

AÑO	C O N C E P T O							
	EFEC- TIVO	C X COBR.	INVENTARIOS			MATE. INGE.	CAPITAL DE TRABAJO	
			MAT. PRIM.	M. EN PROC.	PROD TERM.		NEPO	INCREM.
1979	1594	4530	1466	0	1368	322	9281	9281
1980	1860	5285	1710	0	1570	376	10802	1521
1981	2230	6337	2054	0	1847	451	12919	2117
1982	2509	7129	2310	0	2062	507	14518	1599
1983	2928	8320	2704	0	2381	592	16925	2407
1984	2928	8320	2704	0	2409	592	16953	28
1985	3078	8747	2841	0	2541	622	17829	877
1986	3078	8747	2841	0	2574	622	17863	34
1987	3229	9175	3002	0	2611	653	18669	806
1988	3229	9175	3002	0	2772	653	18830	161

CAPITULO VII

VII.- ANALISIS DE LA INVERSION.

Con los datos estimados anteriormente de capital de trabajo y de costo de producción, se puede hacer un análisis de la inversión. Con los datos obtenidos, se pueden formar las siguientes tablas:

1.- Resumen de Mercadotecnia.- (miles de pesos)

AÑO	VENTAS NETAS (TON)	PRECIO PROM. (\$/Kg)	PORCIENTO CAPACIDAD	PUNTO EQUILIBRIO
1979	1200	26.5	60.00	36.027
1980	1400	26.5	70.00	34.333
1981	1600	27.8	80.00	35.624
1982	1800	27.8	90.00	38.485
1983	2000	29.2	100.00	40.001
1984	2000	29.2	100.00	42.580
1985	2000	30.7	100.00	43.533
1986	2000	30.7	100.00	46.612
1987	2000	32.2	100.00	44.229
1988	2000	32.2	100.00	52.119

En la hoja que sigue se hace una tabla sobre el detalle de costos.

2.- Detalle de Costos.-

(en les de pesos)

AÑO	COSTOS VARIABLES			C O S T O S F I J O S					TOTAL DE COSTOS
	MATERIAS PRIMAS	SERVICIOS	TOTAL	MANTENIMIENTO	MANO DE OBRA SUP.	MAT. Y GAS GRAL	DEPRECIACION	TOTAL	
1979	19814	188	20002	740	2414	410	1405	4969	24971
1980	23117	219	23336	814	2656	443	1405	5318	28654
1981	27763	251	28014	895	2920	480	1405	5700	33714
1982	31234	282	31516	985	3213	519	1405	6122	37638
1983	36552	313	36865	1083	3534	563	1405	6585	43450
1984	36552	313	36865	1192	3888	611	1405	7096	43961
1985	38400	313	38713	1311	4276	662	1405	7654	46367
1986	38400	313	38713	1442	4704	718	1405	8269	46982
1987	40584	313	40897	1586	5175	780	1405	8946	49843
1988	40584	313	40897	1745	5692	848	1405	9690	50587

3.- Gastos de Oficina Matriz.-

(miles de pesos).

ANO	GASTOS DE VENTAS Y AD.	GASTOS ADMIN.	ASIS. TEC. Y REGALIAS	PREOPER. Y ARRAN.	OTROS	GASTOS TOTALES
1979	1908	0	229	740	0	2877
1980	2226	0	341	0	0	2567
1981	2669	0	444	0	0	3113
1982	3002	0	515	0	0	3518
1983	3504	0	627	0	0	4131
1984	3504	0	599	0	0	4103
1985	3684	0	622	0	0	4306
1986	3684	0	588	0	0	4272
1987	3864	0	706	0	0	4570
1988	3864	0	545	0	0	4409

4.- Resumen de Utilidades. (Estado de Pérdidas y Ganancias).
(miles de pesos)

AÑO	VENTAS NETAS	COSTO TOTAL	UTILIDAD DE PLANEA	GASTOS TOTALES	UTILIDAD OPERACION	IMPUESTOS	UTILIDAD DES. IMP.
1979	31800	24971	6829	2877	3951	1976	1976
1980	37100	28654	8446	2567	5879	2939	2939
1981	44480	33714	10776	3113	7653	3827	3827
1982	50040	37638	12402	3518	8885	4442	4442
1983	58400	43450	14950	4131	10818	5409	5409
1984	58400	43961	14439	4103	10335	5168	5168
1985	61400	46367	15033	4306	10726	5363	5363
1986	61400	46982	14418	4272	10145	5073	5073
1987	64400	49843	14547	4570	9977	4988	4988
1988	64400	50587	13813	4409	9403	4702	4702

5.- Fondos Necesarios.-
(miles de pesos)

ANO	CAPITAL	VARIACION DE CAPITAL DE TRABAJO	CAPITAL TOTAL EMPLEADO
1979	14800	9281	24081
1980	0	1521	1521
1981	0	2117	2117
1982	0	1599	1599
1983	0	2407	2407
1984	0	28	28
1985	0	877	877
1986	0	34	34
1987	0	806	806
1988	0	161	161

6.- Resumen de Caja.-
(miles de pesos)

AÑO	GENERACION EFCTIVO			UT. DIMP/DEP	EFECT. NETO	EFECT. G-ENER. ACUM.	RECUP. CAPIT.	DEPREC FISCAL
	UTIL menos OPERAC	IMP S.RENT	REP. UTIL					
1979	3951	1660	316	3381	-20700	-20700	-11419	1405
1980	5379	2469	470	4344	2824	-17877	-7075	1405
1981	7653	3214	612	5232	3115	-14762	-1843	1405
1982	8885	3732	711	5847	4248	-10514	4004	1405
1983	10818	4544	865	6814	4407	-6106	10818	1405
1984	10335	4341	827	6573	6545	438	17391	1405
1985	10726	4505	858	6768	5891	6330	24159	1405
1986	10145	4261	812	6478	6444	12774	30637	1405
1987	12171	5112	974	7490	6845	19619	38127	1405
1988	9403	3949	752	6107	5785	25403	44234	1405

7.-Rentabilidad.-
(miles de pesos)

R E S U M E N D E A C T I V O				
AÑO	ACTIVO BRUTO	menos DEPREC. ACUMUL.	ACTIVO NETO	RENTABILIDAD DESP. IMP. PCTO SOBRE CAP. NETO
1979	24081	1405	22676	8.713
1980	25602	2310	22792	12.897
1981	27719	4215	23504	16.281
1982	29318	5620	23698	18.746
1983	31725	7025	24700	21.899
1984	31753	8430	23323	22.157
1985	32629	9835	22794	23.529
1986	32663	11240	21423	23.678
1987	33308	12645	20663	29.450
1988	33630	14050	19580	24.012

8.- Recuperación de la Inversión a Flujo de Efectivo con Valor Presente (DFCROI).-

Para calcular la recuperación de la inversión a flujo de efectivo con valor presente (DFCROI en inglés), se hizo un tanteo con una tasa de descuento del 12 % con los siguientes resultados:

VALOR PRESENTE 12 %.

AÑO	EFFECTIVO AJUSTADO DESCONTADO	VALOR PRESENTE
1979	- 20068	- 20068
1980	2251	- 17817
1981	2217	- 15600
1982	2700	-12900
1983	2501	- 10400
1984	3316	- 7084
1985	2665	- 4419
1986	2603	- 1816
1987	2468	652
1988	8167	8819

Conforme a esto el DFCROI es de 17.62 % y la recuperación de activos a largo plazo (LTROA en inglés) - es de 19.69 % . La recuperación de activos a largo plazo también se le llama rentabilidad a largo plazo. El período de recuperación de la inversión es de 5.93 años.

CAPITULO VIII

VIII.- ANALISIS DE SENSITIVIDAD.

El análisis de sensibilidad está elaborado a partir de cuatro variables que son las siguientes:

- a) Volumen de Ventas.
- b) Precio de Venta.
- c) Costo de Materias primas.
- d) Inversión Total.

Estas cuatro variables sirven para observar la sensibilidad del proyecto. Se hace variar a través de ciertos porcentajes y se analizan los resultados, observando si el proyecto es bueno o no. Es decir, se analizan cada una de las cuatro variables dichas, aumentando o disminuyendo su valor entre los límites de -20% a $+20\%$. En cada uno de los casos observados, se tienen resultados de la recuperación de la inversión a flujo de efectivo con valor presente, también llamada rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI en inglés), dato que nos indica si el proyecto es bueno o no. El proyecto será bueno si el DFCROI se encuentra arriba del 15% , y si está abajo del 8% no es costeable.

También se obtienen datos de la recuperación de activos a largo plazo, rentabilidad a largo plazo o LTRQA en inglés, y del período de recuperación de la inversión.

A continuación se dan todos los casos analizados:

(todos en miles de pesos)

1.- Caso.-

Volumen de Ventas	-----	5 por ciento MAYOR
Precio de Venta	-----	Sin Variación
Costo de Materia Prima	-----	Sin Variación
Inversión Total	-----	Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI- MATR	UTIL OPER.	CAPIT. TOTAL	EFEC- GEN.	EFEC- NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP IMP.
1979	1260	26.5	33390	21003	4969	3000	4419	24532	3614	20917	20917	9.553
1980	1470	26.5	38955	24503	5318	2710	6424	1596	4617	3021	17896	13.78
1981	1680	27.8	46704	29915	5700	3284	8305	2222	5558	3336	14560	17.21
1982	1890	27.8	52542	33091	6122	3710	9618	1678	6214	4536	10024	19.70
1983	2100	29.2	61320	38709	6585	4356	11670	2526	7240	4714	-5309	22.85
1984	2100	29.2	61320	38709	7096	4328	11187	28	6999	6971	1661	23.16
1985	2100	30.7	64470	40649	7654	4542	11625	919	7217	6298	7959	24.56
1986	2100	30.7	64470	40649	8269	4509	11043	34	6927	6893	14852	24.77
1987	2100	32.2	67620	42942	8946	4823	13202	806	8006	7330	22183	30.61
1988	2100	32.2	67620	42942	9690	4656	10331	161	6571	6235	28417	25.20

Rentabilidad con Factor de Descuento en 10 años (DFCROI)

es 18.61 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA) es 20.73 % .

El período de recuperación de la inversión es de 5.76 años.

2.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 10 por ciento MAYOR
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo de Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPT. MATR.	UTIL. OPER.	CAPIT TOTAL	EFEC GEN.	EFEC NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT DESP IMP.
1979	1320	26.5	34980	22003	4969	3122	4886	24982	3848	-21134	-21134	10.4
1980	1540	26.5	40810	25670	5318	2853	6969	1671	4890	3219	-17915	14.6
1981	1760	27.8	48928	30815	5700	3455	8957	2327	5884	3557	-14358	18.1
1982	1980	27.8	55044	34667	6122	3903	10352	1757	6581	4824	-9534	20.6
1983	2200	29.2	64240	40552	6585	4581	10522	2645	7666	5021	-4512	23.8
1984	2200	29.2	64240	40552	7096	4553	12039	28	7425	7397	2884	24.1
1985	2200	30.7	67540	42585	7654	4779	12523	961	7666	6705	9589	25.5
1986	2200	30.7	67540	42585	8269	4745	11941	34	7376	7342	16931	25.8
1987	2200	32.2	70840	44987	8946	5076	14233	890	8522	7816	24747	31.7
1988	2200	32.2	70840	44987	9690	4903	11259	250	7035	6685	31431	26.3

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 19.55 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTPOA), es 21.7 % .

El período de recuperación de la inversión es 5.61 años.

3.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 15 por ciento MAYOR
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO FROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL OPER.	CAPIT. TOTAL	EFEC GEN.	EFEC NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1380	26.5	36570	23003	4969	3245	5354	25432	4082	-2135	-21351	11.14
1980	1610	26.5	42665	26837	5318	2996	7515	1746	5162	3417	-17934	15.419
1981	1840	27.8	51152	32216	5700	3626	9610	2432	6210	3778	-14156	18.92
1982	2070	27.8	57546	36243	6122	4096	11085	1835	6948	5112	-9044	21.462
1983	2300	29.2	67160	42395	6585	4805	13374	2764	8092	5328	-3716	24.6
1984	2300	29.2	67160	42395	7096	4777	12891	28	7851	7823	4107	24.977
1985	2300	30.7	70610	44520	7654	5015	13421	1004	8115	7112	11219	26.412
1986	2300	30.7	70610	44520	8269	4981	12834	34	7825	7791	19010	26.71
1987	2300	32.2	74060	47032	8946	5329	15265	737	9037	8301	27311	32.664
1988	2300	32.2	74060	47032	9690	5150	12188	364	7499	7135	34445	27.295

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 20.45 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 22.62 %.

El período de recuperación de la inversión es de 5.47 años.

4.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 20 por ciento MAYOR
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPR. MATR	UTIL OPER	CAPIT TOTAL	EFEC GEN.	EFEC NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM	RENT. DESP. IMP.
1979	1440	26.5	38160	24003	4969	3367	5821	25883	4315	-2156	-2156	11.89
1980	1680	26.5	44520	28003	5318	3139	8060	1821	5435	3614	-1795	16.189
1981	1920	27.8	53376	33617	5700	3798	10262	2536	6536	3999	-1395	19.715
1982	2160	27.8	60048	37819	6122	4288	11819	1914	7314	5400	-8554	22.271
1983	2400	29.2	70080	44238	6585	5030	14227	2883	8518	5635	-2919	25.396
1984	2400	29.2	70080	44238	7096	5002	13744	28	8277	8249	5330	25.799
1985	2400	30.7	73680	46456	7654	5251	14319	1046	8564	7518	12849	27.246
1986	2400	30.7	73680	46456	8269	5218	13737	34	8274	8240	21089	27.579
1987	2400	32.2	77280	49077	8946	5582	16296	767	9553	8786	29875	33.576
1988	2400	32.2	77280	49077	9690	5397	13116	378	7963	7585	37459	28.217

Rentabilidad con Factor de Descuento en 10 años (DFCROI),
 es 21.32 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 23.48 % .

El periodo de recuperación de la inversión es de 5.35 años.

5.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 5 Por ciento MENOR
 Inversión Total ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR.	UTIL. OPER.	CAPI- TAL TOTAL	EFEC- GEN.	EFEC- NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM	RENT. DESP. IMP.
1979	1140	26.5	30210	19002	4969	2755	3484	2361	3147	-20484	-20484	7.38
1980	1330	26.5	35245	22169	5318	2424	5334	1446	4072	2626	-1785	11.97
1981	1520	27.8	42256	26613	5700	2941	7001	2012	4096	2893	-1496	15.30
1982	1710	27.8	47538	29940	5122	3325	8151	1520	5481	3960	-1100	17.73
1983	1900	29.2	55480	35022	6585	3907	9965	2288	6388	4100	-6903	20.88
1984	1900	29.2	55480	35022	7096	3879	9483	28	6147	6119	-785	21.08
1985	1900	30.7	58330	36778	7654	4070	9828	834	6319	5485	4700	22.41
1986	1900	30.7	58330	36778	8269	4036	9247	34	6029	5095	10695	22.49
1987	1900	32.2	61180	38852	8946	4317	11139	615	6975	6360	17055	28.18
1988	1900	32.2	61180	38852	9690	4162	8475	308	5643	5335	22389	22.70

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 16.59 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 18.59 % .

El período de recuperación de la inversión es de 6.14 años.

6.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 10 por ciento MENOR
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL. OPER.	CAPITA TOTAL	EFEC. GEN.	EFEC. NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM	RENT. DESP. IMP.
1979	1080	26.5	28620	18002	4969	2632	3017	23180	2913	20267	20267	6.927
1980	1260	26.5	33390	21003	5318	2281	4788	1370	3799	2429	17838	11.02
1981	1440	27.8	40032	25213	5700	2770	6349	1908	4580	2672	15166	14.272
1982	1620	27.8	45036	28364	6122	3132	7418	1441	5114	3672	11494	16.646
1983	1800	29.2	52560	33179	6585	3682	9114	2169	5962	3793	-7700	19.776
1984	1800	29.2	52560	33179	7096	3654	8631	28	5720	5692	-2008	19.918
1985	1800	30.7	55260	34842	7654	3834	8930	792	5870	5078	3070	21.209
1986	1800	30.7	55260	34842	8269	3800	8349	34	5580	5546	8616	21.210
1987	1800	32.2	57960	36808	8946	4064	10108	584	6459	5875	14491	26.795
1988	1800	32.2	57960	36808	9690	3915	7547	294	5179	4885	19375	21.259

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es de 15.49 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA) es 17.40 % .

El período de recuperación de la inversión es de 6.4 años.

7.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 15 por ciento MENOR
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPL. MATER	UTIL. OPER	CAPIT. TOTAL	EFEC. GEN.	EFEC. NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DASP. IMP.
1979	1020	26.5	27030	17002	4969	2510	2549	22730	2680	-2005	-20050	5.977
1980	1190	26.5	31535	19836	5318	2138	4243	1295	2527	2231	17819	10.000
1981	1360	27.8	37808	23812	5700	2599	5697	1803	4254	2451	15368	13.180
1982	1530	27.8	42534	26788	6122	2940	6684	1363	4747	3384	11984	15.493
1983	1700	29.2	49640	31336	6585	3458	8262	2050	5536	3486	-8497	18.595
1984	1700	29.2	49640	31336	7096	3430	7779	28	5294	5266	-3231	18.665
1985	1700	30.7	52190	32906	7654	3597	8032	750	5421	4671	1440	19.899
1986	1700	30.7	52190	32906	8269	3564	7451	34	5131	5097	6537	19.804
1987	1700	32.2	54740	34763	8946	3811	9077	554	5943	5389	11926	25.268
1988	1700	32.2	54740	34763	9690	3668	6619	280	4714	4435	16361	19.658

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 14.34 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es de 16.13 %.

El período de recuperación de la inversión es de 6.69 años.

8.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- 20 por ciento MENOR
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIA BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI MATH	UTIL OPER	CAPIT TOTAL	EFECC GEN.	EFECC NETO	EFECC TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	960	26.5	25440	16002	4969	2387	2082	22279	2446	-1983	19833	4.987
1980	1120	26.5	29680	18669	5318	1995	3698	1220	3254	2034	17800	8.936
1981	1280	27.8	35584	22411	5700	2428	5045	1698	3928	2230	15570	12.022
1982	1440	27.8	40032	25213	6122	2747	5950	1284	4380	3096	12474	14.262
1983	1600	29.2	46720	29492	6585	3233	7410	1931	5110	3179	9294	17.323
1984	1600	29.2	46720	29492	7096	3205	6927	28	4868	4840	-4454	17.308
1985	1600	30.7	49120	30971	7654	3361	7134	708	4972	4265	-189	18.471
1986	1600	30.7	49120	30971	8269	3327	6553	34	4682	4648	4458	18.263
1987	1600	32.2	51520	32718	8946	3558	8045	524	5428	4904	9362	23.580
1988	1600	32.2	51520	32718	9690	3421	5691	266	4250	3985	13347	17.873

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 13.1 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTRCA), es 14.76 % .

El período de recuperación de la inversión es de 7.04 años.

9.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- 5 por ciento MAYOR
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL. OPER.	CAPI- TAL TOTAL	EFE- C GEN.	EFE- C NEPO	EFE- C- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	27825	33390	20002	4969	3055	5364	24403	4087	-20316	-20316	11.662
1980	1400	27825	38955	23336	5318	2774	7527	1574	5168	3594	-16722	16.244
1981	1600	2919	46704	28014	5700	3361	9629	2192	6220	4028	-12695	20.099
1982	1300	29.19	52542	31516	6122	3797	11108	1655	6959	5303	-7391	22.935
1983	2000	30.66	61320	36865	6585	4457	13412	2492	8111	5620	-1772	26.516
1984	2000	30.66	61320	36865	7096	4429	12929	28	7870	7842	6070	27.033
1985	2000	32235	64470	38713	7654	4649	13454	907	8132	7225	13295	28.727
1986	2000	32235	64470	38713	8269	4615	12873	34	7841	7808	21103	29.196
1987	2000	33.81	67620	40897	8946	4929	15031	676	8921	8245	29348	35.258
1988	2000	33.81	67620	40897	9690	4769	12264	322	7537	7215	36563	30.307

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),

es 21.41 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 24.29 % .

El periodo de recuperación de la inversión es de 5.23 años.

10.- Caso.-

Volumen de Ventas	-----	Sin Variación
Precio de Venta	-----	10 por ciento MAYOR
Costo Materia Prima	-----	Sin Variación
Inversión Total	-----	Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFL. MATR.	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFEC GEN.	EFEC NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	2915	34980	20002	4969	3232	6767	24726	4793	19932	19932	14.529
1980	1400	2915	40810	23336	5318	2981	9175	1328	5993	4364	15568	19.485
1981	1600	3058	48928	28014	5700	3609	11605	2267	7208	4941	10627	23.676
1982	1800	3058	55044	31516	6122	4076	13330	1712	8070	6359	-4269	26.971
1983	2000	3212	64240	36865	6585	4783	16007	2576	9408	6838	2563	30.921
1984	2000	3212	64240	36865	7096	4755	15524	28	9167	9139	11702	31.663
1985	2000	3377	67540	38713	7654	4991	16182	938	9496	8558	20261	33.657
1986	2000	3377	67540	38713	8269	4957	15600	34	9205	9171	29432	34.411
1987	2000	3542	70840	40897	8946	5288	17792	806	3351	9645	39077	40.722
1988	2000	3542	70840	40897	9690	5128	15125	322	8967	8645	47723	36.208

Rentabilidad con factor de descuento (DFCROI) en 10 años,

es 24.98 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 28.68.

El período de recuperación de la inversión es de 4.62 años.

11.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- 15 por ciento MAYOR
 Costo Materie Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIA BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPI. MATR	UTIL OPER	CAPIT TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	3046	36570	20002	4969	3409	8189	25048	5500	-9549	-19549	17.319
1980	1400	3047	42665	23336	5318	3188	10823	1682	6817	5135	-14414	22.624
1981	1600	3197	51152	28014	5700	3857	13581	2342	8196	5854	-8560	27.319
1982	1800	3197	57546	31516	6122	4355	15553	1768	9182	7414	-1146	30.836
1983	2000	3358	67160	36865	6585	5108	18601	2661	10706	8045	6899	35.129
1984	2000	33.58	67160	36865	7096	5080	18118	28	10464	1046	17335	36.094
1985	2000	35.3	70610	38713	7654	5333	18909	968	10860	9892	27226	38.337
1986	2000	35.3	70610	38713	8269	5300	18328	34	10569	10535	37761	39.347
1987	2000	37.0	74060	40897	8946	5647	20753	737	11782	11045	48807	45.870
1988	2000	3703	74060	40897	9690	5487	17976	322	10398	10076	58882	41.752

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),

es 28.37 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 32.88 % .

El período de recuperación de la inversión es de 4.14 años.

12.- Caso.-

Volumen de Ventas -----
 Precio de Venta -----
 Costo Materia Prima -----
 Inversión Total -----

Sin Variación
 20 por ciento MAYOR
 Sin Variación
 Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPR. MATR.	UTIL OPER.	CAPIT TOTAL	EFECC GEN.	EFECC NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	31.8	38160	20002	4969	3587	9602	25371	6206	-19165	-19165	20.033
1980	1400	31.8	44520	23336	5318	3395	12471	1736	7641	5905	-13259	25.665
1981	1600	33.4	53376	28014	5700	4105	15557	2416	9184	6767	-6492	30.736
1982	1800	33.4	60048	31516	6122	4634	17776	1824	10293	8469	1977	34.548
1983	2000	35.0	70080	36865	6585	5434	21195	2746	12003	9257	11234	39.153
1984	2000	35.0	70080	36865	7096	5406	20712	28	11761	11733	22967	40.311
1985	2000	36.8	73680	38713	7654	5676	21637	998	12223	11225	34192	42.787
1986	2000	36.8	73680	38713	8269	5642	21056	34	11933	11899	46091	44.026
1987	2000	38.6	77280	40897	8946	6006	23614	767	13212	12445	58536	50.729
1988	2000	38.6	77280	40897	9690	5846	20847	322	11828	11506	70042	46.970

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),

es **31.62 %**.

La rentabilidad a largo plazo es de (LTROA), **36.89 %**.

El periodo de recuperación de la inversión es de **3.77 años**.

13.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- 5 por ciento MENOR
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI- MATR.	UTIL- OPER.	CAPIT- TOTAL	EPEC GEN.	EPEC NETO	EPEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	25.2	30210	20002	4969	2700	2539	23759	2674	-21084	-21084	5.678
1980	1400	25.2	35245	23336	5318	2360	4231	1467	3520	2053	-19031	9.437
1981	1600	26.4	42256	28014	5700	2865	5677	2042	4244	2201	-16830	12.314
1982	1800	26.4	47538	31516	6122	3239	6662	1543	4736	3193	-13636	14.363
1983	2000	27.7	55480	36865	6585	3806	8224	2322	5517	3195	-10441	17.056
1984	2000	27.7	55480	36865	7096	3778	7741	28	5275	5247	-5194	17.027
1985	2000	29.2	58330	38713	7654	3964	7999	846	5404	4558	-636	18.038
1986	2000	29.2	58330	38713	8269	3930	7418	34	5114	5080	4444	17.830
1987	2000	30.6	61180	40897	8946	4211	9310	615	6060	5445	9889	23.262
1988	2000	30.6	61180	40897	9690	4050	6542	322	4676	4354	14243	17.283

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 13.56 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 14.87 % .

El período de recuperación de la inversión es de 7.13 años.

15.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- 15 por ciento MENOR
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR.	UTIL- OPER.	CAPIT. TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	22.5	27030	20002	4969	2362	-303	23114	1102	-22012	-22012	-1.397
1980	1400	22.5	31535	23336	5318	1946	935	1359	1872	513	-21499	2.157
1981	1600	23.6	37808	28014	5700	2369	1726	1893	2268	375	-21124	3.895
1982	1800	23.6	42534	31516	6122	2681	2216	1430	2513	1083	-20041	4.996
1983	2000	24.8	49640	36865	6585	3154	3035	2153	2923	770	-19271	6.620
1984	2000	24.8	49640	36865	7096	3126	2552	28	2681	2653	-16618	5.922
1985	2000	26.1	52190	38713	7654	3279	2544	786	2677	1891	-14787	6.077
1986	2000	26.1	52190	38713	8269	3245	1962	34	2386	2352	-12375	5.017
1987	2000	27.4	54740	40897	8946	3493	3588	554	3199	2645	-9730	9.591
1988	2000	27.4	54740	40897	9690	3332	821	322	1815	1493	-8236	2.328

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 4.24 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 4.42 %.

El período de recuperación de la inversión es de 10.00 años.

16.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de venta ----- **20** por ciento MENOR
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO. VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPI. MATR.	UTIL OPER.	CAPIT TOTAL	EFECC GEN.	EFECC NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	21.2	25440	20002	4969	2266	-1798	22792	-393	-23185	-23185	-8.406
1980	1400	21.2	29680	23336	5318	1781	-755	1306	650	-656	-23840	-3.547
1981	1600	22.2	35584	28014	5700	2135	-265	1818	1140	-678	-24518	-1.221
1982	1800	22.2	40032	31516	6122	2402	-8	1374	1397	24	-24494	-0.035
1983	2000	23.4	46720	36865	6585	2829	441	2068	1625	-442	-24937	0.987
1984	2000	23.4	46720	36865	7096	2803	-45	28	1360	1332	-23604	-0.213
1985	2000	24.6	49120	38713	7654	2947	-195	755	1210	445	-23149	-0.958
1986	2000	24.6	49120	38713	8269	2947	-810	34	595	562	-22587	-4.276
1987	2000	25.8	51520	40897	8946	3133	727	524	1769	1245	-21342	2.014
1988	2000	25.8	51520	40897	9690	3091	-2159	322	-754	-1076	-22418	-12.721

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es -2.61 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA) es 2.89 % .

El período de recuperación de la inversión es de 10.55 años.

17.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- 5 por ciento MAYOR
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OP. MATR.	UTIL OPER.	CAPIT TOTAL	EFEC. GEN.	EFEC. NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20993	4969	2823	3015	24209	2913	21296	-21296	6.611
1980	1400	26.5	37100	24492	5318	2504	4786	1542	3798	2256	-19040	10.432
1981	1600	27.8	44480	29402	5700	3037	6341	2147	4576	2429	-16611	13.388
1982	1800	27.8	50040	33077	6122	3432	7409	1621	5109	3488	-13123	15.500
1983	2000	29.2	58400	38693	6585	4031	9091	2441	5950	3509	-9614	18.229
1984	2000	29.2	58400	38693	7096	4003	8608	28	5709	5681	-3933	18.269
1985	2000	30.7	61400	40633	7654	4201	8912	889	5861	4982	1039	19.338
1986	2000	30.7	61400	40633	8269	4167	8330	34	5570	5537	6576	19.221
1987	2000	32.2	64400	42926	8946	4465	10356	645	6583	5938	12513	24.762
1988	2000	32.2	64400	42926	9690	4298	7485	336	5148	4812	17325	18.863

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 14.71 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 16.12 % .

El período de recuperación de la inversión es de 6.79 años.

18.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación.
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- 10 por ciento MAYOR
 Inversión Total ----- Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR.	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	21984	4969	2769	2079	24336	2444	-21892	-21892	4.532
1980	1400	26.5	37100	25643	5318	2440	3694	1563	3252	1689	-20203	7.999
1981	1600	27.8	44480	30790	5700	2960	5029	2177	3920	1743	-18460	10.539
1982	1800	27.8	50040	34639	6122	3346	5933	1644	4371	2726	-15733	12.308
1983	2000	29.2	58490	40521	6585	3931	7363	2475	5037	2611	-13121	14.627
1984	2000	29.2	58400	40521	7096	3903	6880	28	4345	4817	-8304	14.459
1985	2000	30.7	61400	42553	7654	4096	7097	901	4954	4053	-4251	15.237
1986	2000	30.7	61400	42553	8269	4062	6516	34	4663	4629	378	14.864
1987	2000	32.2	64400	44956	8946	4359	8541	645	5676	5030	5408	20.185
1988	2000	32.2	64400	44956	9690	4187	5567	350	4189	3339	9247	13.847

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 11.75 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 12.61 % . .

El período de recuperación de la inversión es de 7.92 años.

19.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- 15 por ciento MAYOR
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPL. MATR.	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	22975	4969	2714	1142	24464	1976	22478	-22478	2.477
1980	1400	26.5	37100	26804	5318	2377	2601	1584	2706	1121	-21366	5.597
1981	1600	27.8	44480	32178	5700	2884	3717	2207	3264	1057	-20310	7.731
1982	1500	27.8	50040	36201	6122	3261	4456	1666	3633	1967	-18342	9.169
1983	2000	29.2	58400	42348	6585	3831	5636	2510	4223	1713	-16629	11.092
1984	2000	29.2	58400	42348	7096	3803	5153	28	3981	3953	-12676	10.723
1985	2000	30.7	61400	44473	7654	3990	5282	912	4046	3134	-9542	11.222
1986	2000	30.7	61400	44473	8269	3957	4701	34	3755	3722	-5820	10.605
1987	2000	32.2	64400	46985	8946	4254	6726	645	4768	4123	-1697	15.712
1988	2000	32.2	64400	46985	9690	4076	3649	364	3230	2866	1168	8.960

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 8.72 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 9.17 % .

El período de recuperación de la inversión es de 9.59 años.

20.- Caso.-

Volumen de Ventas _____ Sin Variación
 Precio de Venta _____ Sin Variación
 Costo Materia Prima _____ 20 por ciento MAYOR
 Inversión Total _____ Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPI. MATR	UTIL OPER	CAPIT. TOTAL	EFECC GEN.	EFECC NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	23965	4969	2660	206	24591	1508	-23084	-23084	0.444
1980	1400	26.5	37100	27960	5318	2314	1509	1606	2159	554	-22530	3.226
1981	1600	27.8	44480	33567	5700	2808	2405	2237	2608	371	-22159	4.965
1982	1800	27.8	50040	37762	6122	3175	2980	1688	2895	1207	-20952	6.082
1983	2000	29.2	58400	44176	6585	3731	3909	2544	3359	815	-20137	7.622
1984	2000	29.2	58400	44176	7096	3703	3426	28	3118	3090	-17047	7.059
1985	2000	30.7	61400	46393	7654	3885	3468	924	3139	2214	-14832	7.292
1986	2000	30.7	61400	46393	8269	3851	2886	34	2848	2814	-12018	6.439
1987	2000	32.2	64400	49014	8946	4149	4912	645	3861	3216	-8802	11.342
1988	2000	32.2	64400	49014	9690	3864	1731	378	2271	1892	-6910	4.197

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),

es 5.62 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 5.79 % .

El periodo de recuperación de la inversión es de 10 años.

21.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- 5 por ciento MENOR
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENDS NETAS	COSTO VARIA BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPL. MATR.	UTIL OPER.	CAPIT TOTAL	EFEC GEN.	EFEC NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	19012	4969	2931	4888	23954	3849	20105	20105	10.838
1980	1400	26.5	37100	22180	5318	2630	6971	1499	4891	3391	16713	15.394
1981	1600	27.8	44480	26626	5700	3189	8965	2087	5888	3800	12913	19.218
1982	1800	27.8	50040	29954	6122	3603	10361	1577	6585	5009	-7904	22.047
1983	2000	29.2	58400	35038	6585	4232	12546	2373	7678	5305	-2599	25.641
1984	2000	29.2	58400	35038	7096	4204	12063	28	7436	7408	4809	26.124
1985	2000	30.7	61400	36793	7654	4411	12541	865	7676	6811	11620	27.811
1986	2000	30.7	61400	36793	8269	4378	11960	34	7385	7351	18971	28.240
1987	2000	32.2	64400	38868	8946	4675	13985	645	8398	7752	26724	34.251
1988	2000	32.2	64400	38868	9690	4521	11321	308	7066	6758	33482	29.301

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 20.48 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 23.33 % .

El período de recuperación de la inversión es de 5.35 años.

22.- Caso.-

Volumen de Ventas -----
 Precio de Venta ----->
 Costo Materia Prima -----
 Inversión Total -----

Sin Variación
 Sin Variación
 10 por ciento MENOR
 Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENES NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI- MATH	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EPEC. GEN.	EPEC. NETO	EPEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	18021	4969	2986	5824	23826	4317	19509	-19509	12.988
1980	1400	26.5	37100	21024	5318	2694	8064	1478	5437	3959	-15550	17.924
1981	1600	27.8	44480	25238	5700	3265	10278	2057	6544	4486	-11064	22.201
1982	1800	27.8	50040	28392	6122	3689	11837	1554	7323	5769	-5295	25.406
1983	2000	29.2	58400	33210	6585	4332	14273	2333	8542	6203	909	29.454
1984	2000	29.2	58400	33210	7096	4304	13790	28	8300	8272	9181	30.172
1985	2000	30.7	61400	34873	7654	4517	14356	853	8583	7730	16911	32.188
1986	2000	30.7	61400	34873	8269	4483	13775	34	8292	8259	25169	32.909
1987	2000	32.2	64400	36839	8946	4780	15800	645	9305	8660	33829	39.170
1988	2000	32.2	64400	36839	9690	4632	13239	294	8025	7731	41560	34.734

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 23.28 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 27.04 % .

El período de recuperación de la inversión es de 4.85 años.

23.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- 15 por ciento MENOR
 Inversión Total ----- Sin Variación

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPI. MATE	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	17030	4969	3040	6761	23698	4785	-1891	-18913	15.163
1980	1400	26.5	37100	19869	5318	2757	9156	1457	5983	4526	-14387	20.488
1981	1600	27.8	44480	23849	5700	3341	11590	2027	7200	5172	-9214	25.230
1982	1800	27.8	50040	26831	6122	3775	13313	1532	8061	6530	-2685	28.822
1983	2000	29.2	58400	31383	6585	4432	16000	2304	9405	7101	4416	33.343
1984	2000	29.2	58400	31383	7096	4404	15517	28	9164	9136	13552	34.305
1985	2000	30.7	61400	32953	7654	4622	16171	841	9490	8649	22201	36.664
1986	2000	30.7	61400	32953	8269	4588	15589	34	9200	9166	31367	37.689
1987	2000	32.2	64400	34810	8946	4886	17615	645	10212	9567	40934	44.210
1988	2000	32.2	64400	34810	9690	4743	15157	280	8984	8704	49639	40.319

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es de 26.03 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 30.82 % .

El período de recuperación de la inversión es de 4.38 años.

24.- Caso.-

Volumen de Ventas _____ Sin Variación
 Precio de Venta _____ Sin Variación
 Costo Materia Prima _____ 20 por ciento MENOR
 Inversión Total _____ Sin Variación

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFEC. GEN.	EFEC. NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	16040	4969	3094	7697	23571	5254	18317	18317	17.362
1980	1400	26.5	37100	18713	5318	2820	10249	1436	6529	5094	13224	23.087
1981	1600	27.8	44480	22461	5700	3417	12902	1998	7856	5858	-7365	28.307
1982	1800	27.8	50040	25269	6122	3860	14789	1510	8799	7290	-75	32.299
1983	2000	29.2	58400	29555	6585	4532	17728	2270	10269	7999	7924	37.309
1984	2000	29.2	58400	29555	7096	4504	17245	28	10027	9999	17923	38.525
1985	2000	30.7	61400	31033	7654	4727	17985	829	10398	9569	27492	41.241
1986	2000	30.7	61400	31033	8269	4693	17404	34	10107	10073	37565	42.586
1987	2000	32.2	64400	32781	8946	4991	19430	645	11120	10475	48040	49.378
1988	2000	32.2	64400	32781	9690	4854	17075	266	9943	9677	57716	46.061

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 28.75 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 34.67 % .

El período de recuperación de la inversión es de 4.01 años.

25.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo de Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 5 por ciento MAYOR

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL- OPER	CAPIT TOTAL	EFECC GEN.	EFECC NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	5039	2873	3885	24825	3418	-21407	-21407	8.319
1980	1400	26.5	37100	23336	5388	2563	5812	1521	4381	2861	-18546	12.422
1981	1600	27.8	44480	28014	5770	3109	7587	2117	5269	3152	-15395	15.782
1982	1800	27.8	50040	31516	6192	3514	8818	1599	5884	4285	-11109	18.249
1983	2000	29.2	58400	36865	6655	4128	10752	2407	6851	4444	-5665	21.824
1984	2000	29.2	58400	36865	7166	4100	10269	28	6610	6582	-83	21.715
1985	2000	30.7	61400	38713	7724	4302	10660	877	6805	5929	5845	23.127
1986	2000	30.7	61400	38713	8339	4269	10079	34	6515	6481	12326	23.325
1987	2000	32.2	64400	40897	9016	4566	12104	645	7527	6882	19208	29.132
1988	2000	32.2	64400	40897	9760	4406	9337	322	6144	5822	25030	23.792

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 17.10 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 19.23 % .

El periodo de recuperación de la inversión es de 6.01 años.

26.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 10 por ciento MAYOR

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATE	UTIL OPER	CAPIT TOTAL	EFECC GEN.	EFECC NEEO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	5180	2866	3752	26313	3492	-22821	-22821	7.948
1980	1400	26.5	37100	23336	5529	2555	5680	1521	4456	2898	-19216	11.972
1981	1600	27.8	44480	28014	5911	3101	7454	2117	5343	3189	-16027	15.304
1982	1800	27.8	50040	31516	6333	3506	8685	1599	5958	4322	-11705	17.771
1983	2000	29.2	58400	36865	6796	4120	10619	2407	6925	4481	-7224	20.964
1984	2000	29.2	58400	36865	7307	4092	10136	28	6684	6619	-605	21.284
1985	2000	30.7	61400	38713	7865	4295	1027	877	6879	5966	5361	22.735
1986	2000	30.7	61400	38713	8480	4261	9946	34	6589	5518	11879	22.978
1987	2000	32.2	64400	40897	9157	4558	10972	645	7602	6919	18798	28.817
1988	2000	32.2	64400	40897	9901	4398	9204	322	6218	5859	24657	23.573

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 16.62 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 18.79 % .

El período de recuperación de la inversión es de 6.10 años.

27.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 15 por ciento MAYOR

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIA BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	5180	2866	3752	26313	3492	-22821	-22821	7.596
1980	1400	26.5	37100	23336	5529	2555	5680	1521	4456	2935	-19886	11.583
1981	1600	27.8	44480	28014	5911	3101	7454	2117	5343	3226	-16660	14.847
1982	1800	27.8	50040	31516	6333	3506	8685	1599	5958	4360	-12301	17.311
1983	2000	29.2	58400	36865	6796	4120	10619	2407	6925	4518	-7782	20.518
1984	2000	29.2	58400	36865	7307	4092	10136	28	6684	6656	-1126	20.865
1985	2000	30.7	61400	38713	7865	4295	10527	877	6879	6003	4876	22.350
1986	2000	30.7	61400	38713	8480	4261	9946	34	6589	6555	11431	22.637
1987	2000	32.2	64400	40897	9157	4558	11972	645	7602	6956	18387	28.506
1988	2000	32.2	64400	40897	9901	4398	9204	322	6218	5896	24283	23.355

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 16.14 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 18.36 % .

El período de recuperación de la inversión es de 6.19 años.

28.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 20 por ciento MAYOR

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIA BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATH	UTIL. OPER.	CAPIT TOTAL	EFEC GEN.	EFEC NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	5250	2862	3686	27057	3529	-23528	-23528	7.264
1980	1400	26.5	37100	23336	5599	2552	5613	1521	4493	2972	-20556	11.135
1981	1600	27.8	44480	28014	5981	3097	7388	2117	5380	3263	-17293	14.409
1982	1800	27.8	50040	31516	6403	3502	8619	1599	5996	4397	-12896	16.857
1983	2000	29.2	58400	36865	6866	4116	10553	2407	6962	4555	-8341	20.085
1984	2000	29.2	58400	36865	7377	4082	10070	28	6721	6693	-1648	20.457
1985	2000	30.7	61400	38713	7935	4291	10471	877	6916	6040	4392	21.974
1986	2000	30.7	61400	38713	8550	4257	9880	34	6626	6592	10984	22.301
1987	2000	32.2	64400	40897	9227	4554	11905	645	7639	6993	17977	28.198
1988	2000	32.2	64400	40897	9971	4394	9138	322	6255	5933	23910	23.138

Rentabilidad con factor de descuento a 10 años (DFCROI),
 es 15.71 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 17.94 % .

El periodo de recuperación de la inversión es de 6.27 años.

29.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 5 por ciento MENOR

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTI- LIZ- OPER	CAPIT TOTAL	EFEC- GEN.	EFEC- NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	4899	2881	4018	23337	3344	-19994	-19994	9.13
1980	1400	26.5	37100	23336	5248	2571	5945	1521	4307	2787	-17207	13.38
1981	1600	27.8	44480	28014	5630	3116	7720	2117	5195	3077	-14129	16.80
1982	1800	27.8	50040	31516	6052	3522	8951	1599	5810	4211	-9918	19.26
1983	2000	29.2	58400	36865	6515	4135	10885	2407	6777	4370	-5548	22.39
1984	2000	29.2	58400	36865	7026	4107	10402	28	6536	6508	960	22.61
1985	2000	30.7	61400	38713	7584	4310	10793	877	6731	5854	6814	23.93
1986	2000	30.7	61400	38713	8199	4276	10212	34	6441	6407	13221	24.13
1987	2000	32.2	64400	40897	8876	4574	12237	645	7453	6808	20029	29.78
1988	2000	32.2	64400	40897	9620	4403	9470	322	6070	5748	25777	24.23

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 18.16 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 20.17 % .

El período de recuperación de la inversión es de 5.85 años.

30.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 10 por ciento MENOR

AÑO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR.	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EPEC GEN.	EPEC NETO	EPEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	4829	2885	4084	22593	3307	-19287	-19287	9.574
1980	1400	26.5	37100	23336	5178	2575	6012	1521	4270	2750	-16537	13.926
1981	1600	27.8	44480	28014	5560	3120	7786	2117	5158	3040	-13497	17.351
1982	1800	27.8	50040	31516	5982	3525	9017	1599	5773	4174	-9322	19.799
1983	2000	29.2	58400	36865	6445	4139	10951	2407	6740	4333	-4988	22.896
1984	2000	29.2	58400	36865	6956	4111	10468	28	6498	6470	1481	23.080
1985	2000	30.7	61400	38713	7514	4314	10859	877	6694	5817	7299	24.359
1986	2000	30.7	61400	38713	8129	4280	10278	34	6403	6370	13668	24.402
1987	2000	32.2	64400	40897	8806	4578	12304	645	7416	6771	20439	30.096
1988	2000	32.2	64400	40897	9550	4417	9536	322	6033	5711	26150	24.454

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 18.75 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 20.66 % .

El período de recuperación de la inversión es de 5.77 años.

31.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materie Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 15 por ciento MENOR

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM	VENTAS NETAS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OFI. MATR	UTIL. OPER.	CAPIT TOTAL	EFEC. GEN.	EFEC. NETO	EFEC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	4758	2889	4151	21850	3270	-18580	-18580	10.05
1980	1400	26.5	37100	23336	5107	2579	6078	1521	4233	2713	-15867	14.48
1981	1600	27.8	44480	28014	5489	3124	7853	2117	5121	3003	-12864	17.924
1982	1300	27.8	50040	31516	5911	3529	9084	1599	5736	4137	-8727	20.36
1983	2000	29.2	58400	36865	6374	4143	11017	2407	6703	4296	-4431	23.42
1984	2000	29.2	58400	36865	6885	4115	10534	28	6461	6433	2003	23.56
1985	2000	30.7	61400	38713	7443	4318	10926	877	6657	5780	7783	24.788
1986	2000	30.7	61400	38713	8058	4284	10344	34	6366	6333	14116	24.77
1987	2000	32.2	64400	40897	8735	4581	12370	645	7379	6734	20850	30.42
1988	2000	32.2	64400	40897	9479	4421	9602	322	5995	5673	26523	24.67

Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),

es 19.36 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 21.17 % .

el período de recuperación de la inversión es de 5.60 años.

32.- Caso.-

Volumen de Ventas ----- Sin Variación
 Precio de Venta ----- Sin Variación
 Costo Materia Prima ----- Sin Variación
 Inversión Total ----- 20 por ciento MENOR

ANO	VEN- TA NETA	PRE- CIO PROM.	VENTAS NETAS	COSTO VARIA- BLE	COSTO FIJO	GAS- TOS OPL. MATR.	UTIL. OPER.	CAPIT. TOTAL	EFECC. GEN.	EFECC. NETO	EFECC- TIVO GEN. ACUM.	RENT. DESP. IMP.
1979	1200	26.5	31800	20002	4688	2893	4217	2106	3232	-17873	-17873	10.552
1980	1400	26.5	37100	23336	5037	2582	6144	1521	4196	2676	-15198	15.076
1981	1600	27.8	44480	28014	5419	3128	7919	2117	5083	2966	-12231	18.527
1982	1800	27.8	50040	31516	5841	3533	9150	1599	5699	4100	-8131	20.942
1983	2000	29.2	58400	36865	6304	4147	11084	2407	6666	4259	-3872	23.960
1984	2000	29.2	58400	36865	6815	4119	10601	28	6424	6396	2524	24.056
1985	2000	30.7	61400	38713	7373	4322	10992	877	6620	5743	8268	25.227
1986	2000	30.7	61400	38713	7988	4288	10411	34	6329	6296	14563	25.152
1987	2000	32.2	64400	40897	8665	4585	12436	645	7342	6697	21260	30.757
1988	2000	32.2	64400	40897	9409	4425	9669	322	5958	5636	26897	24.900

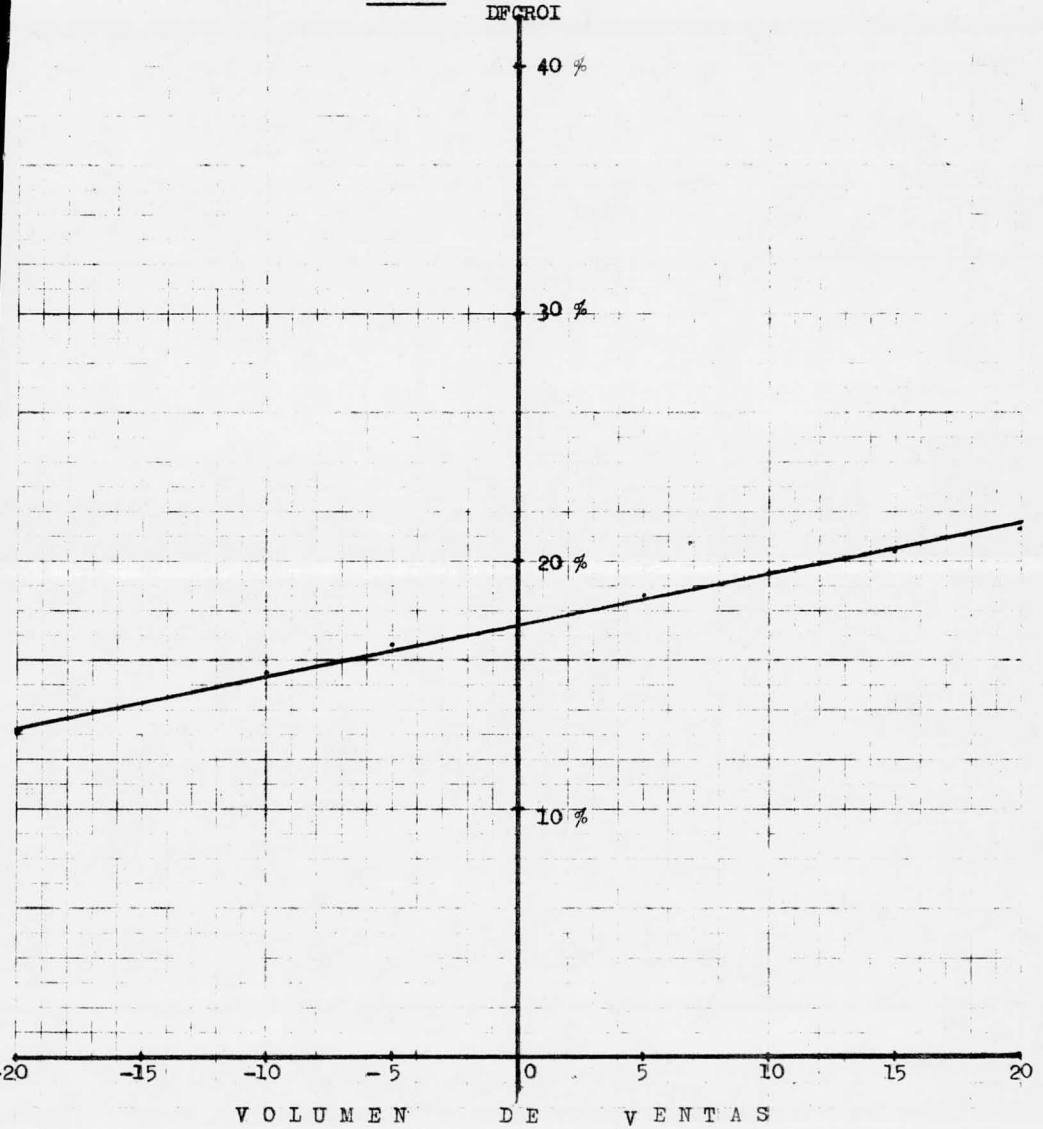
Rentabilidad con factor de descuento en 10 años (DFCROI),
 es 20.00 % .

La rentabilidad a largo plazo (LTROA), es 21.69 % .

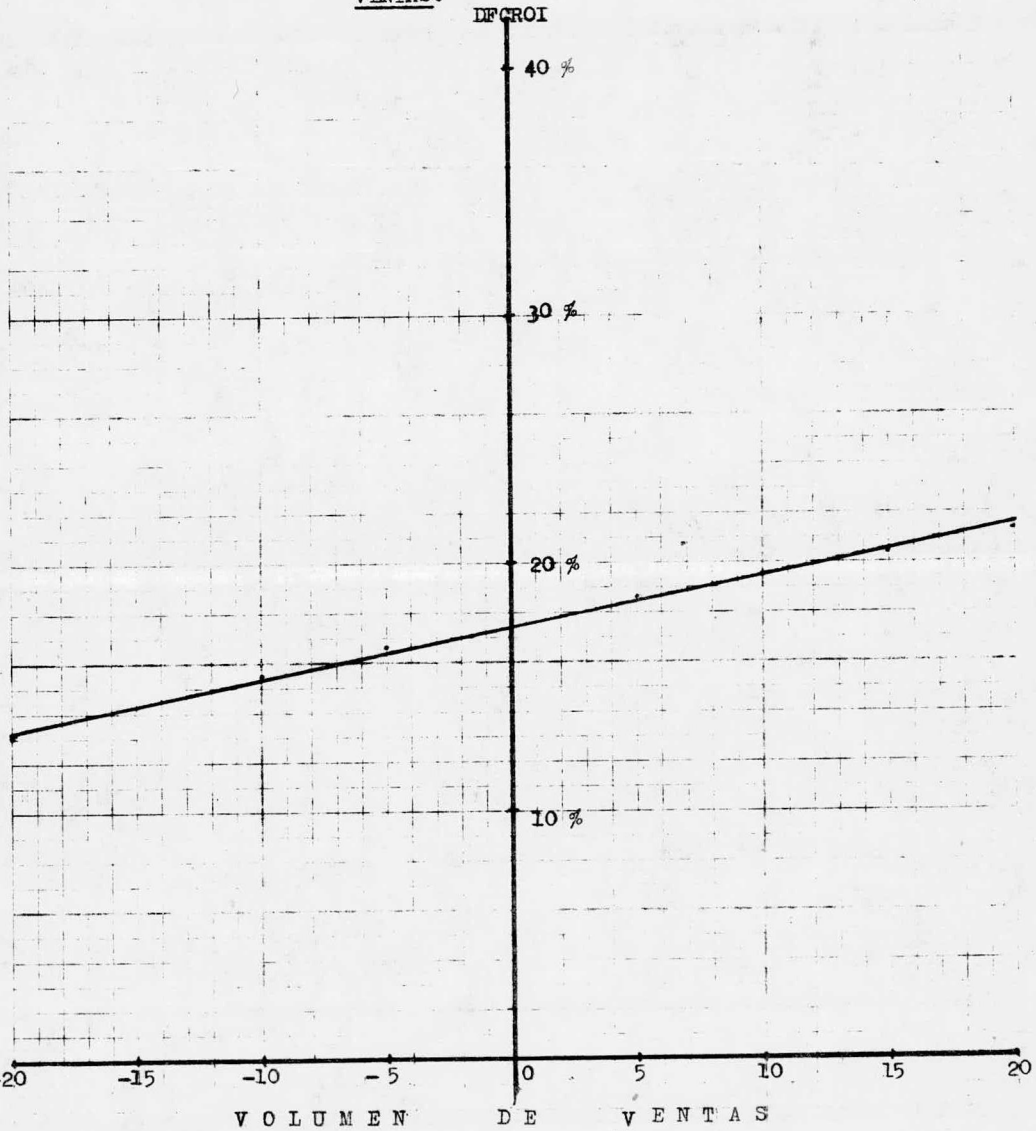
El período de recuperación de la inversión es de 5.61 años.

Los resultados de recuperación de la inversión a -
flujo de efectivo con valor presente (DFCROI), demuestran
que en general el proyecto es bueno. Tales resultados
pueden ser llevados a una gráfica, como sigue a continua
ción:

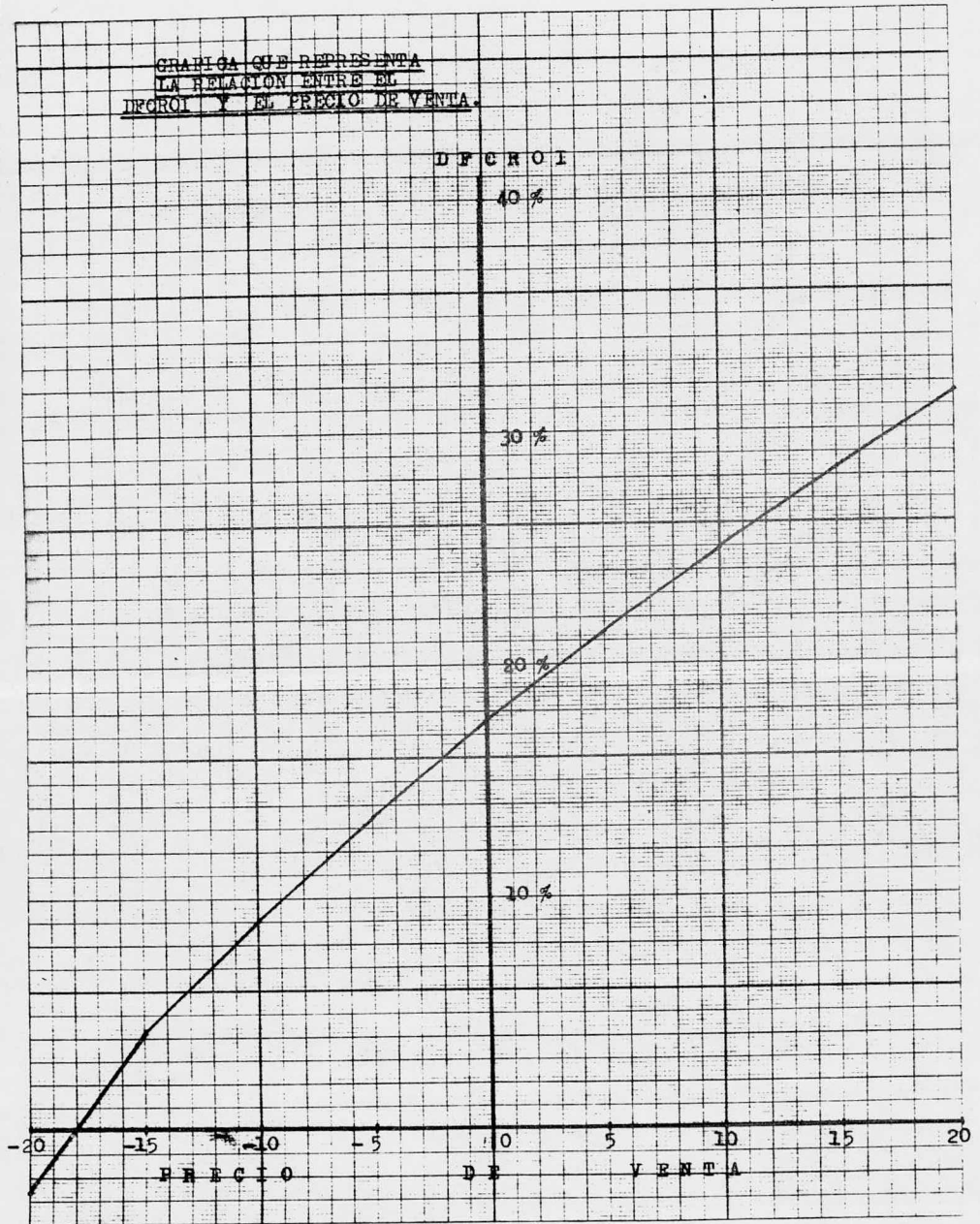
GRÁFICA QUE REPRESENTA
LA RELACION ENTRE EL
DFCROI Y VOLUMEN DE
VENTAS.



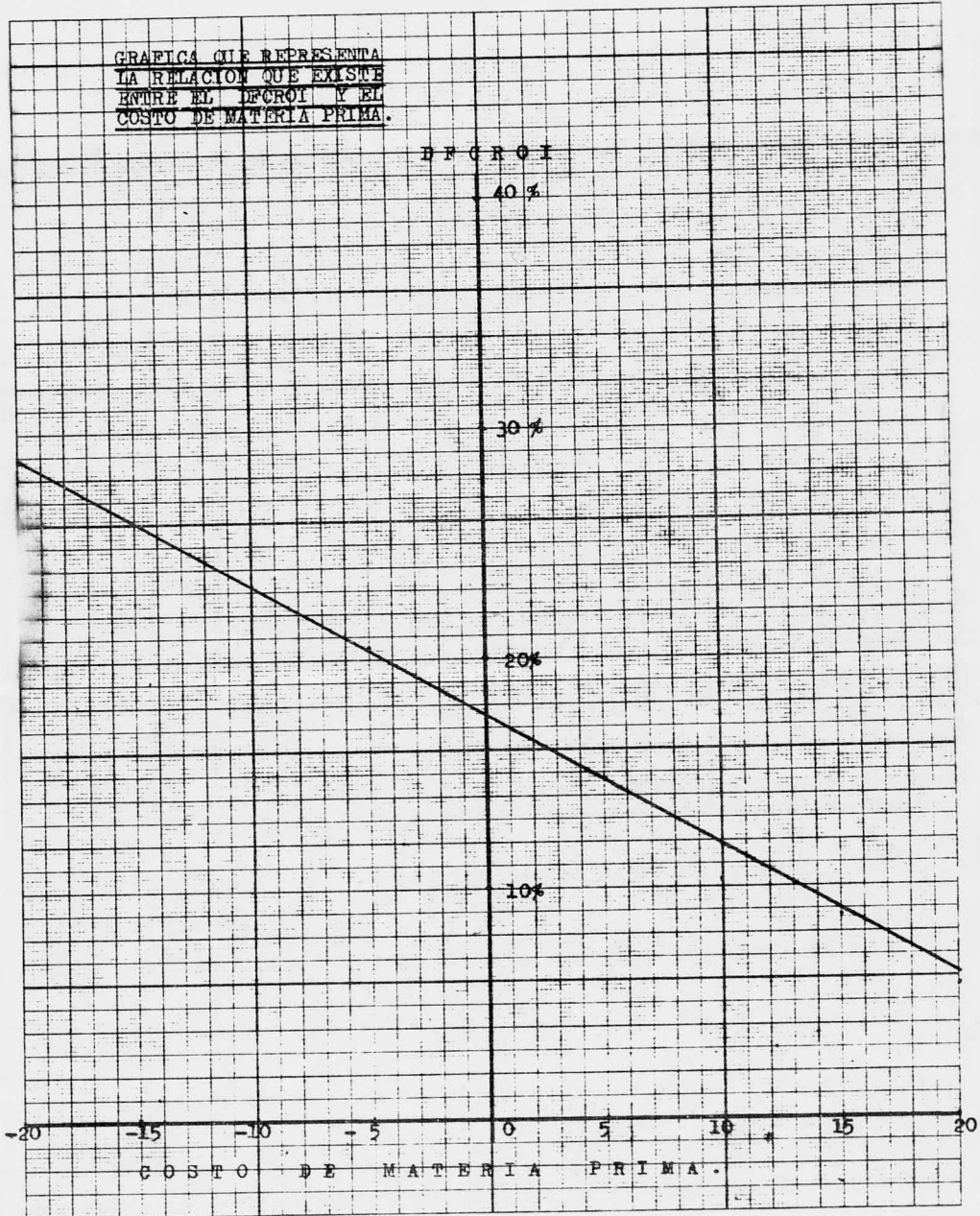
GRAFICA QUE REPRESENTA
LA RELACION ENTRE EL
DEGROI Y VOLUMEN DE
VENTAS.



GRÁFICA QUE REPRESENTA
LA RELACION ENTRE EL
DEGRO I Y EL PRECIO DE VENTA.



GRAFICA QUE REPRESENTA
LA RELACION QUE EXISTE
ENTRE EL DEPROI Y EL
COSTO DE MATERIA PRIMA.



BIBLIOGRAFIA

- 1.- An introduction to the Chemistry of fats and fatty acids.
J.Wiley.
New York. 1958.
- 2.- Anuario de Economía Mexicana.
Grupo Editorial Expansión.
1971-1972-1973-1974-1975.
- 3.- Ce Refresher. Engineering Economics.
F.A.Holland, F.A.Watson & J.K.Wilkinson.
Chemical Engineering. 1973-1974.
- 4.- Chemical Economics Handbook.
Stanford Research Institute.
Merlo Park, California. 1974.
- 5.- Chemical Engineering Cost Estimation.
R.Aries & R.Newton.
Mac Graw Hill. 1955.
- 6.- Chemical Engineers Handbook. 4th Edition.
J.H.Perry.
Mac Graw Hill. 1963.
- 7.- Diccionario de Química.
S.Miall.
Editorial Atlante. 1943.
- 8.- Fatty acids, their Chemistry, properties, production and uses.
Stephen Markley.
Interscience pub. 1960.
- 9.- Material and Energy Balances.
A.Schmidt & L.List.
Prentice-Hall, Inc. 1962.

- 10.- Modern Cost Engineering Techniques.
H. Popper.
Mac Graw Hill. 1975.
- 11.- Organic Chemistry. 3th. Edition.
R.T. Morrison & R.N. Boyd.
Allyn and Bacon. 1974.
- 12.- Organic Chemistry. 2th. Edition.
G. Cram & S. Hammond.
Mac Graw Hill. 1964.
- 13.- Plant Design and Economics for Chemical Engineering.
J. Peters.
Mac Graw Hill. 1972.
- 14.- Química General aplicada a la Industria. 2th
E. Calvet.
Salvat Editores. 1944.
- 15.- Preparación de Productos Químicos y Químico-Farmacéuticos.
F. Giral
Editorial Atlante. 1942.
- 16.- Principios de Operaciones Unitarias.
A. Foust, A. Wenzel, C. Clump, L. Maus, B. Andersen.
C.E.C.S.A. 1974.