

5 201



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE UNA PLANTA
PARA LA RECUPERACION DE DIMETIL-ACETAMIDA
A PARTIR DE UN EFLUENTE DE AGUAS MADRES

T E S I S

Que para obtener el titulo de

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a

JOSE ANTONIO ALCANTARA ALONSO



México, D.



1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

INDICE

CAPITULO 1 INTRODUCCION.

- 1.1 OBJETIVO.
- 1.2 INTRODUCCION.
- 1.3 JUSTIFICACION.

CAPITULO 2 GENERALIDADES.CAPITULO 3 ESTUDIO DE MERCADO.

- 3.1 IMPORTACIONES EN LOS ULTIMOS SIETE AÑOS.
- 3.2 DISPONIBILIDAD Y LOCALIZACION DE LA MATERIA PRIMA.
- 3.3 ESTUDIO DE LOS PRECIOS EN LOS ULTIMOS SIETE AÑOS.
- 3.4 PROYECCION DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DE LA DEMANDA.

CAPITULO 4 ESTUDIO TECNICO.

- 4.1 ESTUDIO DEL PRODUCTO.
- 4.2 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL PRODUCTO.
- 4.3 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO.
- 4.4 TIPO DE EQUIPO UTILIZADO.
- 4.5 MATERIAS PRIMAS NECESARIAS.
- 4.6 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS.
- 4.7 ESPECIFICACIONES DE LAS MATERIAS PRIMAS.
- 4.8 CONSUMO DE LAS MATERIAS PRIMAS POR UNIDAD DE PRODUCTO.
- 4.9 DIAGRAMA DE FLUJO.
- 4.10 SERVICIOS AUXILIARES.
- 4.11 CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES.

CAPITULO 5 ESTUDIO ECONOMICO.

- 5.1 POLITICAS DE ASENTAMIENTOS INDUSTRIALES DEL GOBIERNO.
- 5.2 CAPACIDAD DE LA PLANTA E INVERSIONES NECESARIAS.
- 5.3 TAMAÑO DE LA PLANTA Y SUPERFICIE NECESARIA DE TERRENO.
- 5.4 INVERSION EN ACTIVO FIJO.
- 5.5 INVERSION EN ACTIVO CIRCULANTE.
- 5.6 INVERSION EN ACTIVO DIFERIDO.
- 5.7 MONTO DE LA INVERSION TOTAL.

CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPITULO 7 BIBLIOGRAFIA.

C A P I T U L O 1

INTRODUCCION

1.1 OBJETIVO:

El presente trabajo tiene como objetivo, la evaluación técnica económica de una planta para la recuperación del disolvente Dimetilacetamida (DMAC) a partir de un afluente de aguas madres, desecho de un proceso de fabricación de esteroides dentro de una planta química farmacéutica.

1.2 INTRODUCCION:

La ingeniería de costos se refiere a la aplicación de la experiencia y criterio de los profesionistas en la aplicación de principios y técnicas científicas a los problemas de estimación de costos, control de costos y evaluación de proyectos de inversión.

La estimación de costos es el punto de partida necesario para la evaluación de cualquier proyecto de inversión y puede considerarse como la habilidad de predecir el comportamiento futuro de los costos de un proyecto. La estimación de costos de cualquier proyecto tiene necesariamente una base empírica; la observación de los costos de otras plantas ya instaladas, sin embargo, estos no pueden calcularse por fórmulas matemáticas como sucede con los fenómenos físicos.

En el caso de éstos, la experimentación permite determinar la relación entre causas y efectos, sin embargo, en los fenómenos económicos existen dos diferencias importantes:

A) En los fenómenos económicos, interviene como principal factor el hombre, cuyo comportamiento no sigue jamás patrones inmutables y determinados.

B) Los fenómenos socio-económicos, pueden observarse y estudiarse, pero no en ambientes controlados, lo anterior no significa que los fenómenos económicos no puedan estudiarse aplicando el método científico, sino que en lugar de la experimentación, el punto de partida será el observar y dar un tratamiento estadístico a la información observada.

1.3 JUSTIFICACION

La industria química no se ha sustraído a la crisis económica que estamos viviendo, razón por la cual se han visto cancelados muchos proyectos industriales, situación que se agrava ante la imposibilidad de producir disolventes y otras materias primas debido principalmente a que se requiere de un alto grado de tecnología, lo cual provoca la importación de los mismos.

La planta aquí proyectada, recupera disolventes para poder ser utilizados nuevamente en la fabricación de esteroides, partiendo de un afluente de aguas madres, con lo cual se consigue en forma significativa la reducción de importaciones, evitando así la salida de divisas al extranjero.

Como beneficios secundarios mencionaremos la creación de fuentes de trabajo, reducción de los gastos de transportación, fletes y el ahorro en la reducción de impuestos, que de ello se derivan y el ahorro por la reducción de inventarios.

CAPITULO 2

G E N E R A L I D A D E S

Para la construcción de la planta de recuperación de la Dimetilacetamida, se tiene que tomar en cuenta primeramente una investigación que permita evaluar qué proceso de recuperación es el más factible en el aspecto técnico, para después hacer su análisis económico.

Al hacer una breve revisión de esta investigación para la recuperación del disolvente a partir de aguas madres, se plantearon dos caminos básicos.

Como primera opción se presentaba una concentración de las aguas madres mediante una destilación de agua, luego comienza una extracción en forma intermitente con cloroformo, seguida por una destilación de cloroformo y una destilación al vacío del DMAC.

Como segunda opción se consideró trabajar con el volumen total de aguas madres neutralizado previamente, se hace una extracción de la Dimetilacetamida con cloroformo seguida por una destilación del extracto para poder separar el cloroformo del DMAC.

Cabe señalar que en ambas opciones se tomó en cuenta que el cloroformo que fuera destilado tendría que ser reutilizado para poder tener un ahorro considerable, de esta manera materia prima y así poder cumplir con el requisito primordial del proyecto.

Finalmente se escogió el sistema de la extracción del DMAC con cloroformo, ya que esta opción presenta una serie de ventajas como es el ahorro considerable de vapor al evitarse la destilación del agua, y la reducción considerable en el tamaño de los equipos así como en los tanques de almacenamiento.

Habiéndose ya escogido el sistema de extracción, esto se dividirá en dos partes para su mejor comprensión.

- 1) Extracción del DMAC de las aguas madres.
- 2) Destilación del cloroformo y DMAC.

En el capítulo 4 se hará una descripción detallada del procesos, indicándose los requerimiento de servicios y las condiciones de diseño para la operación de la planta.

La dimetilacetamida (DMAC), es un producto incoloro, con un punto de ebullición alto, y es un disolvente altamente polar.

Su poder de solvatación incluye una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos; además muestra una gran estabilidad química y térmica, por lo que sus aplicaciones en la industria son muy variadas. Pero éstas se pueden agrupar en cuatro grupos principalmente:

1. Catalizador en reacciones químicas
2. Disolvente para cristalizaciones
3. Disolvente para polimerizaciones
4. Removedor de pinturas

CATALIZADOR EN REACCIONES QUIMICAS

El DMAC posee, como otras amidas, una gran capacidad para servir como catalizador en algunas reacciones, produciendo un mejor producto con una mayor pureza y en un tiempo menor; ya que el DMAC es como ya se dijo, un disolvente altamente polar y es capaz de convertir moléculas en formas reactivas fácilmente.

Existen en la literatura numerosos ejemplos de cómo se ha utilizado el DMAC como medio de reacción. Aquí daremos unos ejemplos:

- Reacciones de eliminación. Por ejemplo, en reacciones de debrominación de esteroides.
- Halogenaciones como en reacciones de clorinación de metacrilatos.
- Cristalizaciones como en la producción del ácido cianhídrico.
- Preparación de nitrilos.
- Alquilaciones
- Preparación de isocianatos

CRISTALIZACION Y PURIFICACION

Debido al poder de solvatación del DMAC, se encontró que puede ser utilizado como medio de purificación por cristalización de ácidos aromáticos dicarboxílicos como el ácido tereftálico y el ácido p-carboxifenilacético.

Estos ácidos no son solubles en la mayoría de los disolventes comunes. El DMAC forma cristales complejos conteniendo 2 moles de disolvente por cada mol de ácido.

DISOLVENTE PARA POLIMEROS

El DMAC es un excelente solvente para resinas sintéticas y naturales. Es capaz de disolver vinilos, acrilatos, derivados de la celulosa, estirenos y poliésteres lineales.

REMOVEDOR DE PINTURAS

El DMAC es también un disolvente de interés para remover pinturas, ya que posee una acción muy rápida cuando es utilizado solo o en combinación con el cloruro de metileno.

Es superior para estos fines que la mayoría de los disolventes comunes, como lo son el nitrometano, la metilencetona o el metanol.

PRECAUCIONES EN SU UTILIZACION:

EL DMAC debe de manejarse con cierto cuidado. El contacto del líquido con la piel deberá evitarse utilizando guantes de hule o de polietileno. Si hay contacto con los ojos, éstos deberán ser lavados inmediatamente con agua corriente durante 20 minutos. Se deberá evitar que existan concentraciones mayores en el ambiente de 20 ppm.

La reacción con ciertos compuestos halogenados es altamente exotérmica, y violenta en presencia de fierro. Presenta una fuerte descomposición produciendo vapores muy irritantes con amoniaco, bióxido de carbono y monóxido de carbono.

C A P I T U L O 3ESTUDIO DE MERCADO3.1 IMPORTACIONES DEL DMAC EN LOS ULTIMOS SIETE AÑOS

En este capítulo se presenta en forma de tabla comparativa y en forma gráfica, la cantidad de disolvente que ha sido comprado para ser utilizado en la producción de los esteroides:

El 16-Metildiona-21-acetato y

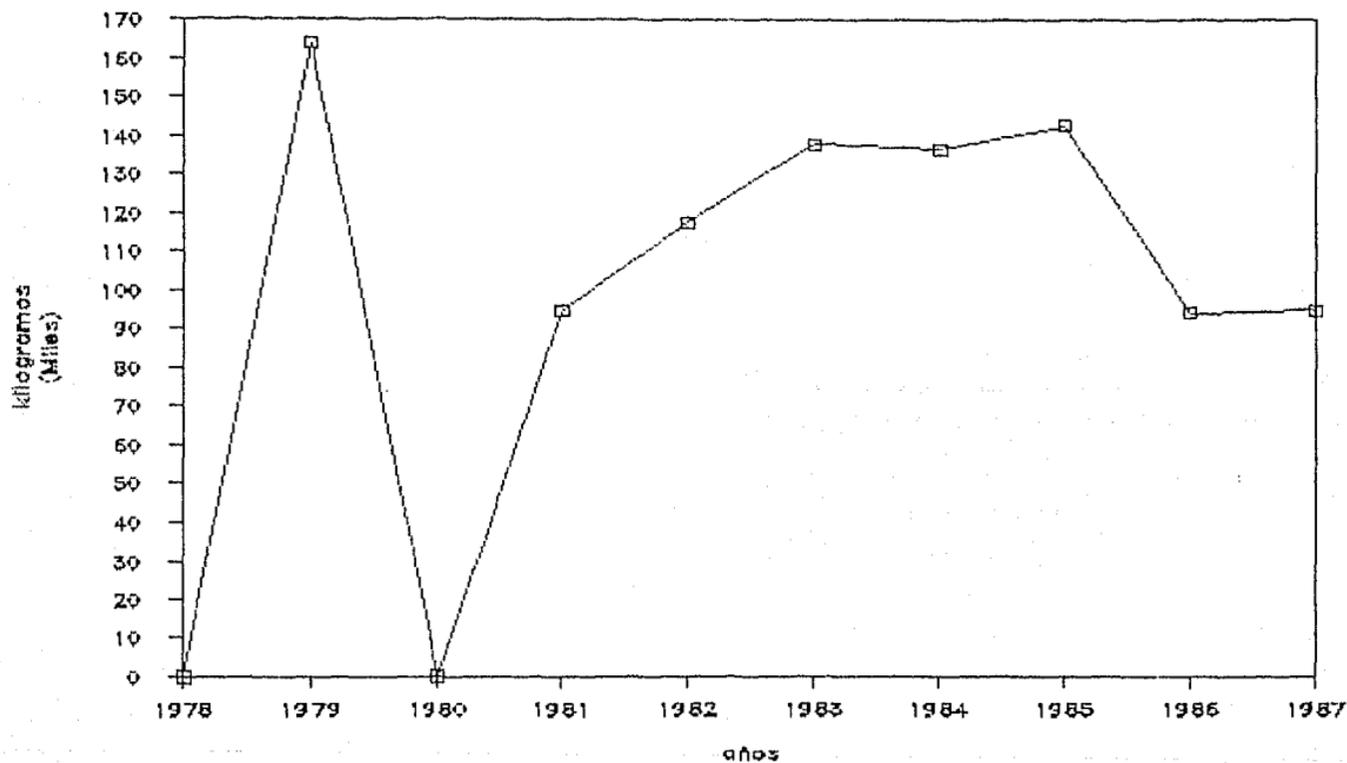
El Pregnadionapregnano.

De ahora en adelante, únicamente serán mencionados como los esteroides.

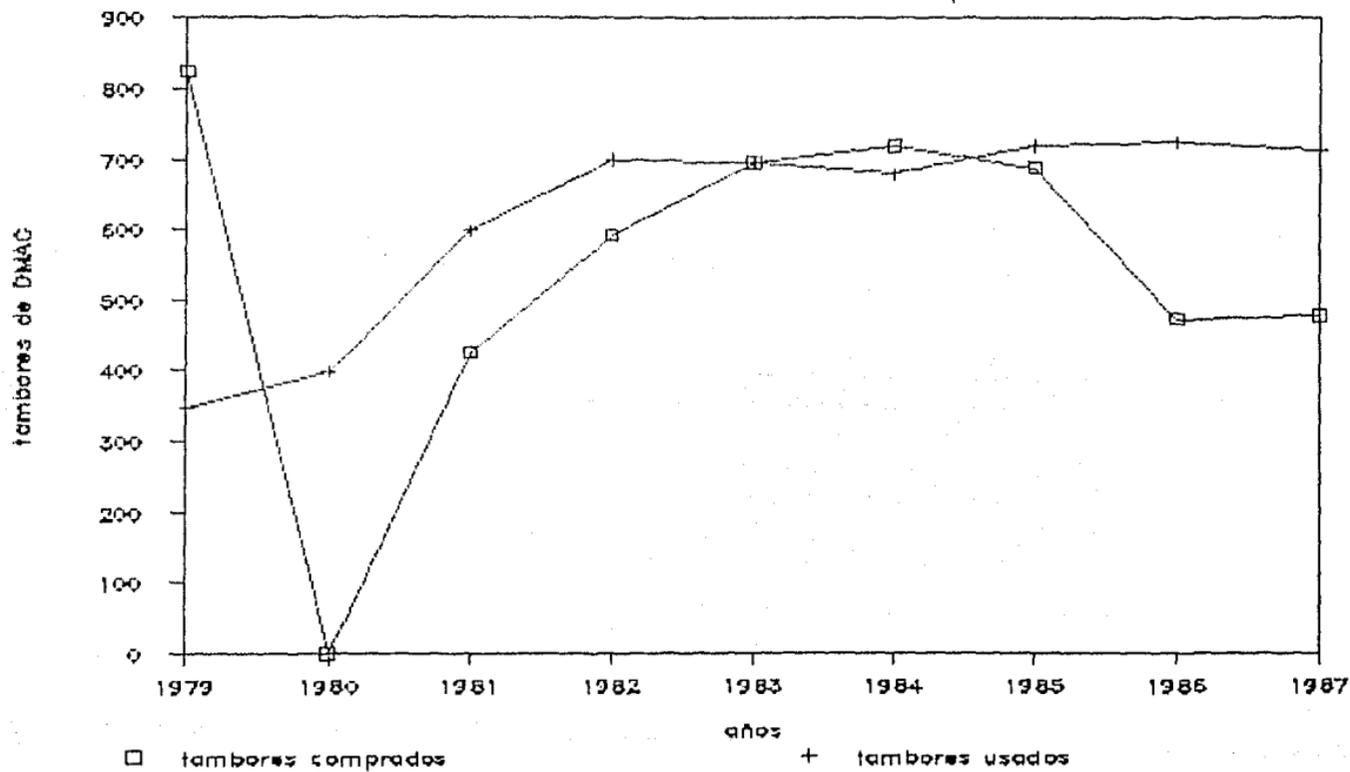
En esta tabla se presenta una comparación entre los litros y los kilogramos comprados por la compañía durante el periodo de 1979 y 1987.

ANO	TAMBORES	L t . COMPRADOS	K g . COMPRADOS
1979	826	173,460	163,919.70
1980	0	0	0.00
1981	426	89,460	94,666.70
1982	593	124,530	117,680.85
1983	686	146,160	138.121.20
1984	688	144,480	136,533.60
1985	720	151,200	142,884.00
1986	474	99,540	94,065.30
1987	479	100,590	95,057.55

kilos comprados v.s. años.



DMAC



Como se puede observar en esta gráfica, existen tres zonas principalmente:

ZONA 1 : Comprende los años de 1979, 1980, y 1981. Este período comprende el arranque del proceso de fabricación del esteroide, por lo que son comprensibles estos cambios tan radicales en el comportamiento de la curva, ya que en este período se contemplaba aún la posibilidad de suspender dicha etapa de la fabricación.

ZONA II : Comprende los años de 1982, 1983, 1984, y 1985. En estos años se logró la consolidación del proceso en la planta y por lo que se logra ver, fue un período estable en la producción de estos esteroides.

También se logra distinguir un ligero aumento en la demanda del disolvente. Esto como se verá más adelante, concuerda con un aumento en la producción de los esteroides, por lo que es normal que exista este incremento en la demanda.

ZONA III : Comprende los años de 1986 y 1987. Aquí se ve una disminución en la compra del producto. Pero como se explicará mas adelante, esto se debe principalmente a una modificación en el proceso, con lo cual se logra un aumento en la producción de los esteroides, utilizando una menor cantidad de disolvente. Esto presenta una gran ventaja, que es la de un aumento en la capacidad de producción de la planta, puesto que se comenzará a trabajar en paralelo una nueva línea de producción de esteroide que también utiliza al DMAC como disolvente.

3.2 DISPONIBILIDAD Y LOCALIZACION DE LA MATERIA PRIMA.

Las aguas madres provienen del área de fabricación de esteroides. Estas contienen, como se verá mas adelante, un 10 % de DMAC.

Este efluente de aguas madres será enviada en forma intermitente hacia la planta de recuperación.

Esto es, el proceso de fabricación de los esteroides. Se lleva a cabo durante una semana, fabricándose cuatro lotes por semana. Al termino de cada lote existirá un volumen de aguas madres que será enviado hacia la zona de recuperación.

Este proceso de fabricación de los esteroides se ve afectado con un paso anterior, por lo que existe la posibilidad de surtir el efluente de aguas madres cada dos semanas.

Respecto a la localización de la materia prima, no existe ningún problema, ya que la producción de estos esteroides es realizada dentro de las instalaciones de la compañía, por lo que únicamente se necesitará la instalación de una bomba de transferencia localizada en el área de proceso para enviar a las aguas madres hacia la zona de recuperación.

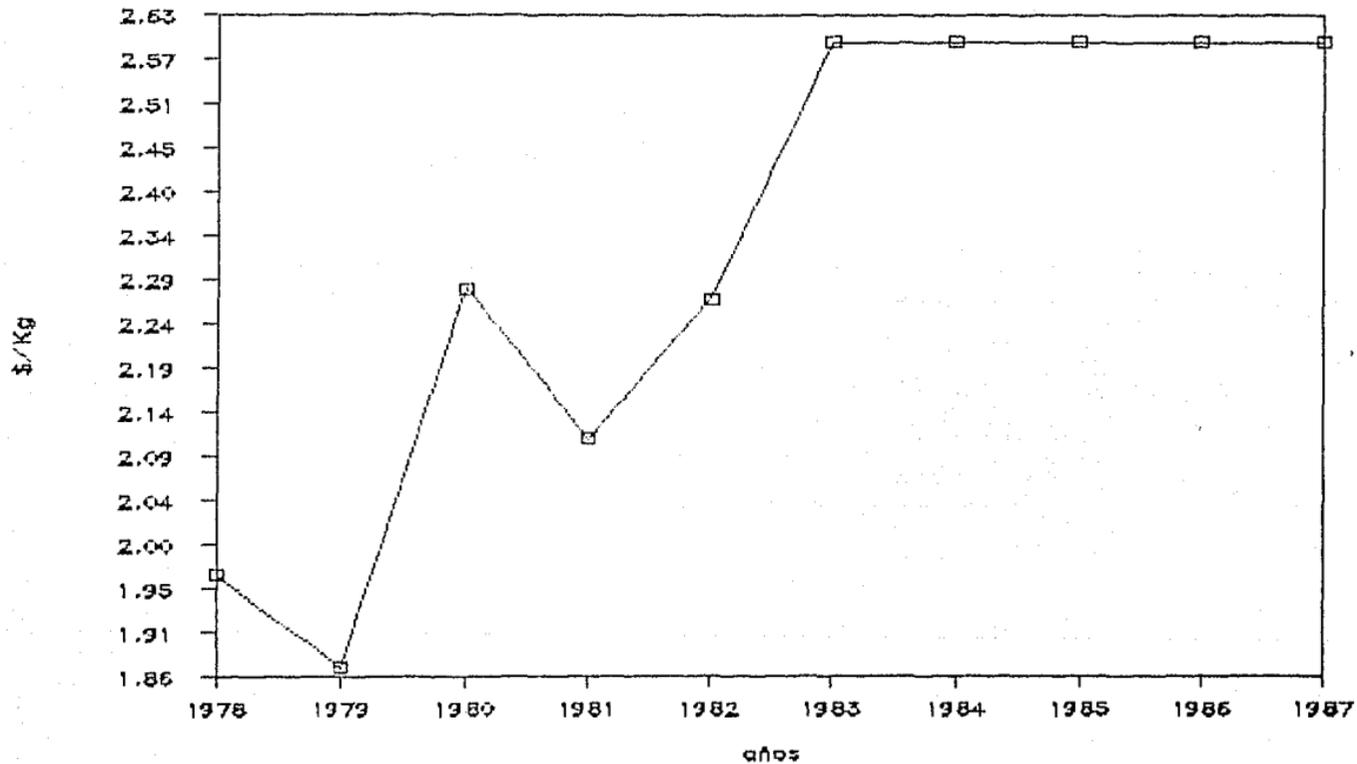
3.3 ESTUDIO DE LOS PRECIOS EN LOS ULTIMOS AÑOS.

<u>AÑO</u>	<u>\$/Kg</u>	<u>comprados</u>	<u>\$(MM)</u>
1978	1,963.2	0.0	0.0
1979	1,870.4	163,919.7	306.6
1980	2,281.6	0.0	0.0
1981	2,109.1	84,539.7	178.3
1982	2,268.3	117,680.9	266.9
1983	2,594.6	138,121.2	358.4
1984	2,594.6	136,533.6	354.3
1985	2,594.6	142,884.0	370.7
1986	2,594.6	94,065.3	244.1
1987	2,594.6	95,057.6	246.6

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla anterior, podemos agregar lo siguiente:

Estos precios se muestran en pesos con un tipo de cambio de 2,653.0 pesos por dólar, que corresponde al 3 de enero de 1990.

años v.s. \$/Kg.



3.4 PROYECCION DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DE LA DEMANDA.

De acuerdo a la gráfica siguiente, podemos observar que ésta se divide principalmente en tres zonas:

ZONA I : Esta zona comprende los años de 1979, 1980, y 1981, y como se puede ver, existieron grandes variaciones en el consumo del DMAC, ya que estos años son los que corresponden al período del arranque del proceso de fabricación del esteroide que utiliza DMAC como disolvente.

ZONA II : Esta zona comprende los años de 1982, 1983, 1984, y 1985, y es en este período donde existe una gran demanda del producto, por parte de la compañía.

Además en este período se logra una producción récord, con lo cuál, se ve la necesidad de construir una planta para la recuperación del DMAC a partir de sus aguas madres.

En este período también se logra alcanzar el límite de producción de la planta, por lo que se toman medidas para cambiar esta situación.

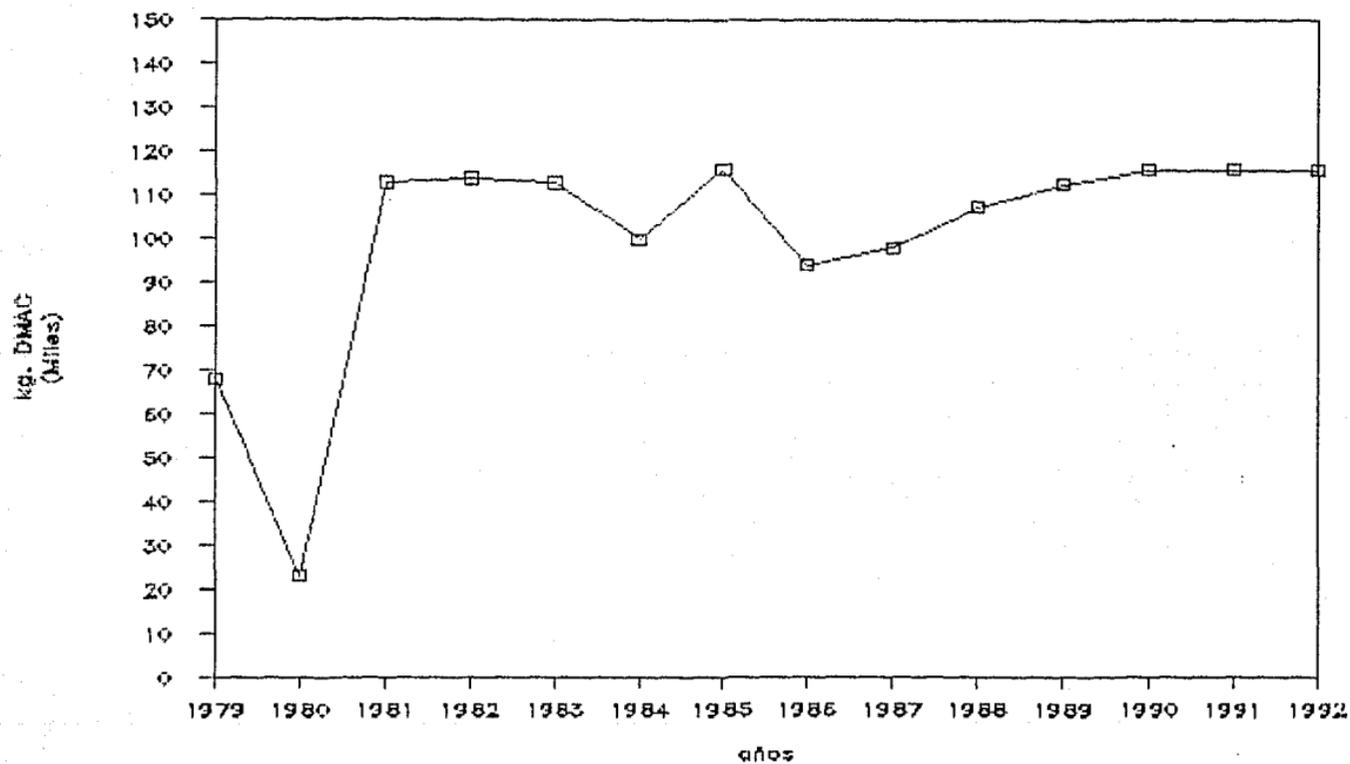
ZONA III : Esta zona comprende el periodo desde 1985 hasta la fecha, se nota que existe una disminución en el consumo del DMAC, pero cabe hacer mención que existió una modificación en el proceso, la cuál consiste en utilizar una menor cantidad de disolvente y aumentar en forma considerable la producción de los esteroides.

También se comenzó la producción de un nuevo producto, el cuál utiliza DMAC como disolvente. por lo que se podrá aumentar en forma considerable la producción de los esteroides.

De acuerdo a la política de la compañía que es la de continuar con la línea de producción de los dos esteroides que utilizan al DMAC como disolvente, así como el hecho de que estas líneas de proceso están trabajando con un nuevo procedimiento de producción, podemos estimar que el consumo del disolvente aumentará gradualmente hasta llegar de nuevo al límite de capacidad de producción, que como ya se mencionó está muy cercano.

Tomando en cuenta que con el ritmo actual de producción de los esteroides se llegará al límite de capacidad de la planta en un periodo relativamente corto, los datos que se mencionan en la tabla siguiente serán los reales del consumo de DMAC en los años posteriores, ya que no existe por el momento opción alguna de aumentar la capacidad real de producción de los esteroides en la planta.

kg.DMAC usados .vs. años



C A P I T U L O 4E S T U D I O T E C N I C O4.1 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

FORMULA	CH3CON(CH3)2
PESO MOLECULAR	87.12
PUNTO DE EBULLICION	165.5 C
PRESION DE VAPOR	1.3 mm Hg (25 C)
PUNTO DE CONGELACION	20 C
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.9448
VISCOSIDAD	0.92 cp
INDICE DE REFRACCION	1.4356 25 C
CONSTANTE DIELECTRICA	37.8
PUNTO DE INFLAMACION	77 C
CONDUCTIVIDAD TERMICA	4.16 E-16 cal/seg/cm/ C
CALOR DE VAPORIZACION (125 C)	10,360 CAL / MOL
CALOR DE COMBUSTION (20 C)	608 Kcal / gmol
LIMITES DE FLAMABILIDAD EN AIRE A 740 mm Hg Y	
160 C	
INFERIOR	2%
SUPERIOR	11.5%

PRESION DE VAPOR:

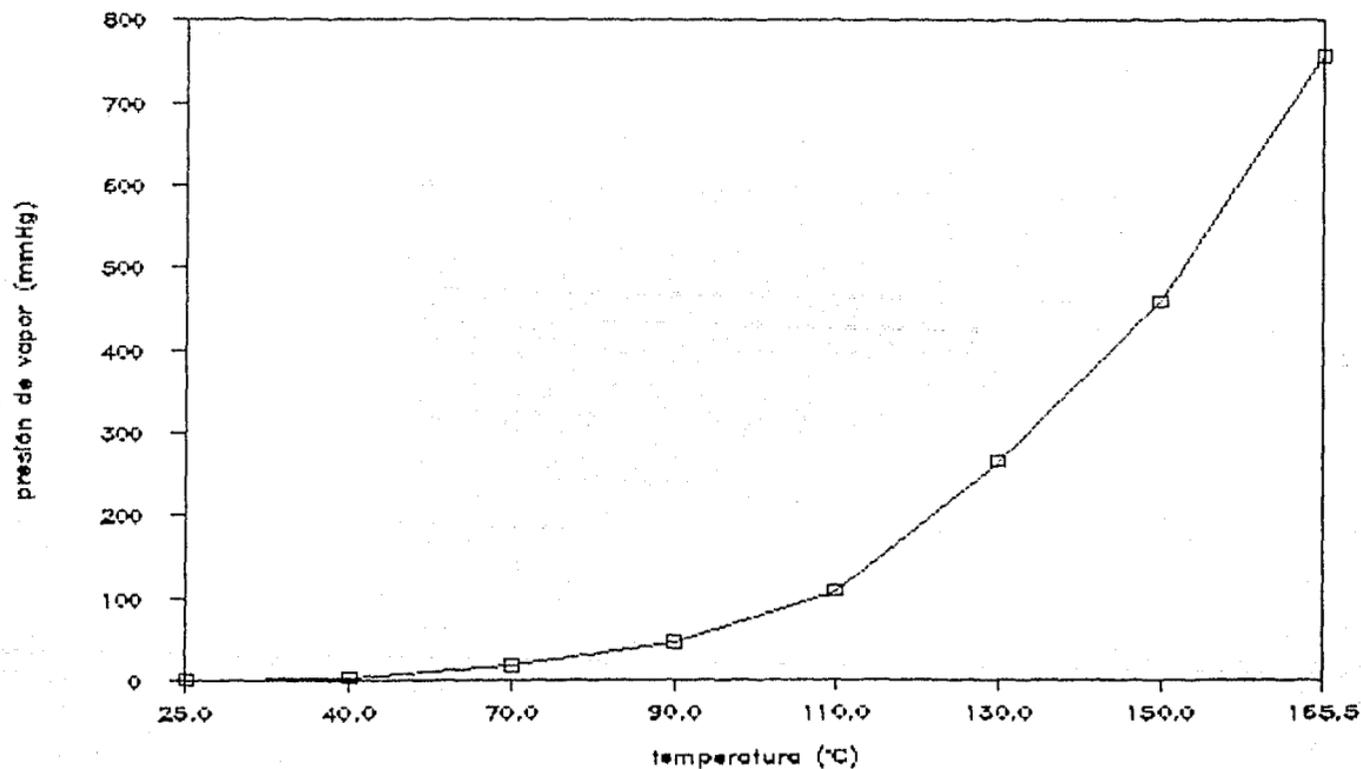
TEMPERATURA (C)	PRESION (mmHg)
25	1.3
40	3.4
70	18.0
90	46.0
110	108.0
130	265.0
150	480.0
165.5	758.0

Forma un azeotropo con el ácido acético a 179.8 C y 760 mmHg, la composición es la siguiente:

DMAC	77.2%
Ac.Acético	21.1 %

Es completamente miscible con agua, éteres, esterés, cetonas y compuestos aromático. En ausencia de agua, ácidos. bases, etc., el DMAC es estable a temperaturas mayores de 165 grados centígrados.

presión de vapor DMAC



Las reacciones químicas del DMAC son las comunes de este tipo de amidas disustituidas, por ejemplo:

1. Hidrólisis en presencia de ácidos fuertes:



2. Saponificación en presencia de bases fuertes:



3. Alcoholisis:



Equilibrio líquido vapor a 760 mmHg.

Fracción mol H₂O

Fracción mol H₂O

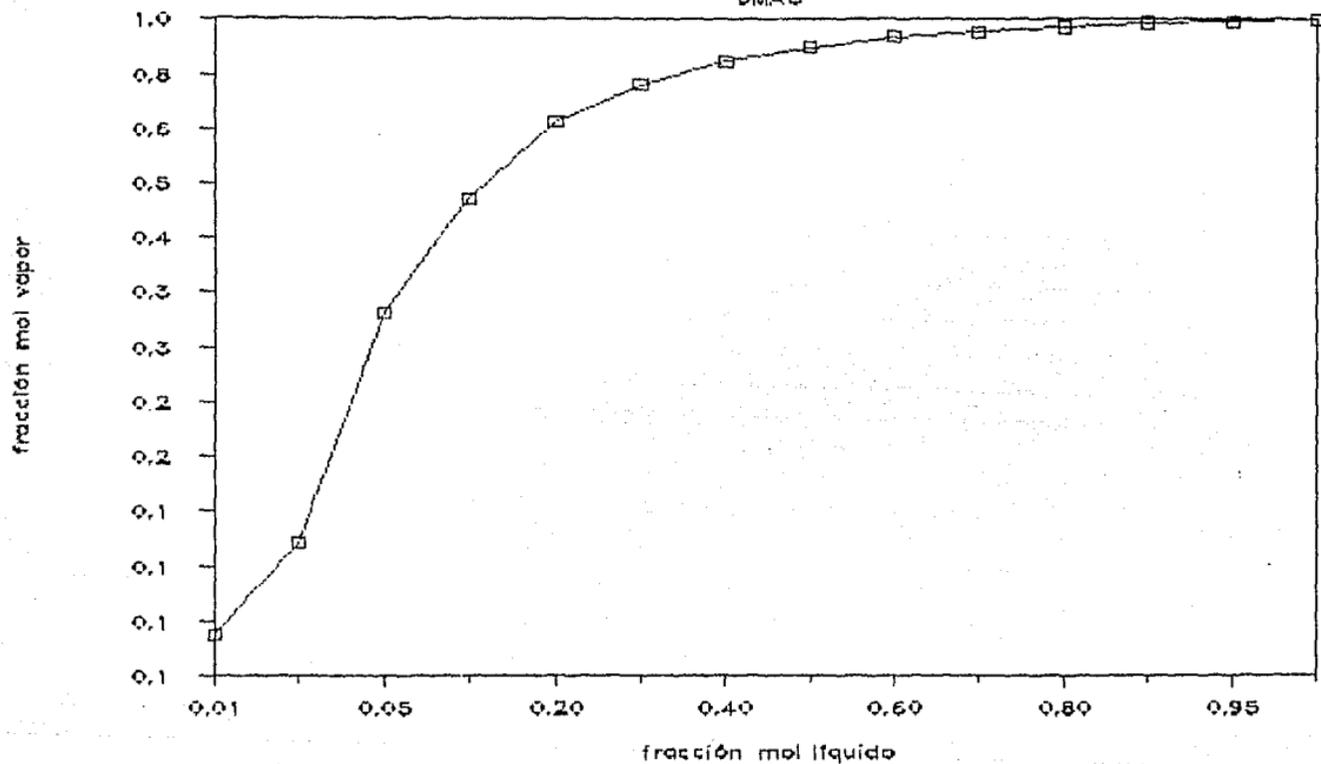
en el líquido.

en el vapor.

0.01	0.075
0.02	0.011
0.05	0.29
0.10	0.47
0.20	0.65
0.30	0.76
0.40	0.84
0.50	0.89
0.60	0.93
0.70	0.95
0.80	0.97
0.90	0.986
0.95	0.994
1.00	1.000

equilibrio líquido vapor

DMAC



4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO.

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo 2, la opción elegida fue la de hacer una extracción del DMAC de las aguas madres y luego separar del extracto el cloroformo y el DMAC mediante una destilación.

Para poder explicar en una forma más detallada, el proceso se dividirá en dos partes: extracción y destilación.

Como se tratará más adelante, el proceso de extracción se hará con 27,000 litros de aguas madres por semana con un contenido de DMAC de 10 %. Estas aguas madres deberán estar neutralizadas ya que el efluente que sale del proceso tiene un pH menor a 1.0 y es un medio altamente corrosivo para el acero inoxidable, material que se utilizará en la construcción de los equipos.

EXTRACCION CONTINUA.

Las aguas madres, previamente neutralizadas son almacenadas en el tanque T-1, de aquí son bombeadas a la columna de extracción CE-1 a razón de 188 litros por hora, donde entran en contacto con el cloroformo proveniente el tanque de almacenamiento T-2.

El extracto (cloroformo-DMAC) sale de la columna por la parte inferior y es enviado al tanque de almacenamiento T-3.

El refinado (agua-cloroformo-DMAC.) deja la columna CE-1 por la parte superior, donde se deberá de tener un contenido de DMAC menor al 5% y un contenido de cloroformo no mayor al 0.8%, esta corriente pasa al tanque T-4 y en forma continua es alimentada a la columna C-2 donde se separa el cloroformo mediante un calentamiento con vapor, hasta 80 grados centígrados, por la parte inferior saldrá agua y DMAC que después de ser enfriadas hasta 60 grados será enviada a desecho.

DESTILACION.

El extracto que ha sido almacenado en forma continua en el tanque T-3 es bombeado a razón de 325 litros por hora al destilador V-1 durante 17 horas.

Durante este tiempo se estará destilando cloroformo a través de la columna C-3 hacia el tanque T-2 donde será reutilizado para la extracción de acuerdo al procedimiento anterior.

Después de haber destilado todo el cloroformo posible del V-1 se detendrá la alimentación del extracto hacia el destilador y el cloroformo remanente se destilará como corte intermedio, ya que a estas alturas, la corriente de destilado tendrá algo de DMAC y así se evitará una contaminación del cloroformo almacenado en el tanque T-2.

El corte intermedio será almacenado en el tanque T-5, este proceso del corte intermedio, tendrá una duración de una hora, a este punto el contenido de DMAC en esta corriente deberá de ser mayor al 99%.

El resto del extracto alimentado al destilador que es de aproximadamente 420 litros, serán destilados con vacío y almacenados en el tanque T-6, esta operación dura 2 horas aproximadamente.

El DMAC recuperado deberá de tener menos de 0.02% de cloroformo.

El cloroformo almacenado en el T-2 tendrá un contenido de DMAC menor a 50 ppm.

De acuerdo a las características del proceso será necesario adicionar 200 litros de cloroformo por semana.

De acuerdo a esta descripción se puede resumir la operación de extracción y destilación de la siguiente forma, tomando como base 1 día de operación de 24 horas.

PROCESO	DURACION
EXTRACCION	CONTINUA
DESTILACION DE CLOROFORMO	19 HORAS
DESTILACION DEL CORTE INTERMEDIO	1 HORA
DESTILACION DEL DMAC	3 HORAS
TIEMPO DE PREPARACION ENTRE LOTES	1 HORA.

TOTAL	24 HORAS.
	=====

4.3 TIPO DE EQUIPO UTILIZADO.

A continuación se mencionan los equipos que son utilizados dentro del proceso, así como el tipo de material del que deberán de ser construidos:

T-1 Tanque de almacenamiento de aguas madres A.I. 316

T-2 Tanque de almacenamiento de cloroformo A.I, 316

T-3 Tanque de almacenamiento de extracto A.I. 316

T-4 Tanque de almacenamiento de refinado A.I. 316

T-5 Tanque de almacenamiento de DMAC-cloroformo A.I.

316

T-6 Tanque de almacenamiento de DMAC.

BC-1 Bomba de alimentación de aguas madres A.I.316

BC-2 Bomba de alimentación de cloroformo A.I. 316

BC-3 Bomba de alimentación de extracto A.I. 316

BC-4 Bomba de alimentación e extracto a TD-1 A.I. 316

BV-1 Bomba de vacío sello de agua acero al carbón.

E-1 Precalentador del refinado A.I.316

E-3 Condensador de cloroformo. A.I. 316

TD-1 Destilador de cloroformo-DMAC A.I. 316

CE-1 Columna de extracción A.I. 316

C-2 Columna agotadora de cloroformo A.I. 316

E-3 Condensador de DMAC-cloroformo A.I. 316

S-1 Separador de niebla A.I. 316

Esta norma es de acuerdo al A.I.S.I.
(American Iron and Steel Institute).

4.4 MATERIAS PRIMAS NECESARIAS.

De acuerdo a lo descrito en el inciso 4.2, se puede observar que únicamente se mencionan dos materias primas necesarias en el proceso de recuperación del DMAC, estas son:

+ Las aguas madres que provienen del área de producción.

+ Cloroformo.

4.5 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Aguas madres: De acuerdo a diversos análisis que se efectuaron de este efluente, se pueden mencionar una serie de especificaciones con las que se debe de trabajar la unidad de recuperación. Cabe hacer mención que con estas muestras se efectuó el diseño de los equipos de extracción, destilación y tamaño de los tanques que se requieren para el proceso:

DMAC	10 %
AGUA	83 %
SALES INORGANICAS	7 %
ESTEROIDE	0.02% (máximo)
pH	6 - 8

Estas sales son las formadas en la neutralización de las aguas madres con sosa cáustica.

Cloroformo: Es un líquido incoloro, con un olor dulce y característico, muy volátil, y a pesar de poseer una presión de vapor muy baja, es un material no flameable. Posee un peso molecular de 119.4, su punto de fusión es de -63.5 grados y su punto de ebullición es de 61.2 grados a 760 mmHg. Su gravedad específica es de 1.489 a 20 grados. Posee un índice de refracción de 1.4464 a 18 grados. En aire presenta una tensión superficial de 27.14 dinas /cm a 20 grados centígrados.

Presenta el siguiente comportamiento de viscosidades:

Viscosidad (cp)	Temperatura (C)
0.835	-13.0
0.706	0.0
0.571	20.0
0.474	40.0

No presenta punto de inflamación (flash point). Su calor de combustión es de 89.2 Kcal /mol como líquido. Su calor de vaporización es de 59 gr cal/gr. a 20 grados centígrados como líquido y de 0.142 como vapor a 61.2 grados y 760 mmHg.

Sus condiciones críticas son las siguientes:

Pc=54 atm

Tc=263 grados.

El cloroformo forma los siguientes azeotropos:

SISTEMA	COMPOSICION
CLOROFORMO-ETANOL	93.0%-7.0%
CLOROFORMO-HEXANO	72.0%-28.0%
CLOROFORMO-METANOL	87.0%-13.0%
CLOROFORMO-METILCETONA	17.0%-83.0%

Es utilizado como disolvente del ácido acético, del anhídrido acético, de diversos alcaloides, ésteres de celulosa, es también usado como anestésico, como droga, como medio secante, como insecticida, como linimento, como conservador, para síntesis orgánicas, etc.

Su solubilidad en agua es muy pequeña, ya que a 25 grados presenta una solubilidad de 0.97 gr/100 gr de agua a 20 grados.

En alcohol y en éter presenta una solubilidad infinita. Es soluble también en aceites, en tetracloruro de carbono, en bisulfuro de carbono, en acetona, en benceno.

Su calor específico a diferentes temperaturas es el siguiente:

0.232 cal / gr C 0.0 C

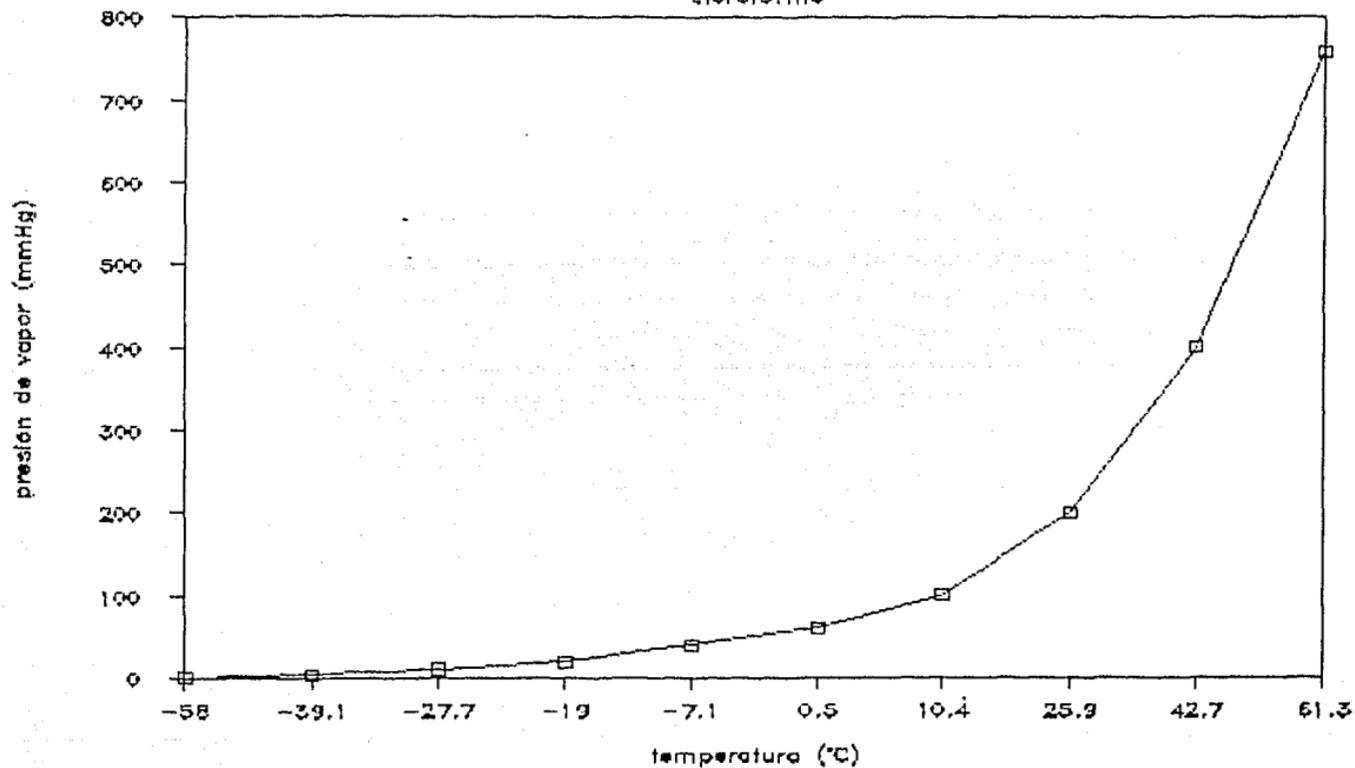
0.226 cal / gr C 15.0 C

0.234 cal / gr C 30.0 C

Presenta las siguientes presiones de vapor:

<u>PRESION (mmHg)</u>	<u>TEMPERATURA (C)</u>
1	-58.0
5	-39.1
10	-27.7
20	-19.0
40	-7.1
60	0.5
100	10.4
200	25.9
400	42.7
760	61.3

presión de vapor
cloroformo



4.7 CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS POR UNIDAD DE PRODUCTO.

ALIMENTACION: Aguas madres.

FLUJO ALIMENTADO: 8350 litros por lote.

LOTES TRABAJADOS: 3.3 lotes por semana.

SEMANAS TRABAJADAS: 26 semanas por año.

AGUAS MADRES A TRABAJAR: 716,430 litros por año.

COMPOSICION DE LA ALIMENTACION.

DMAC (% VOL)	10
SALES INORGANICAS	1990 Kg por semana
ESTEROIDE	6 Kg por semana
pH REQUERIDO	6 - 8

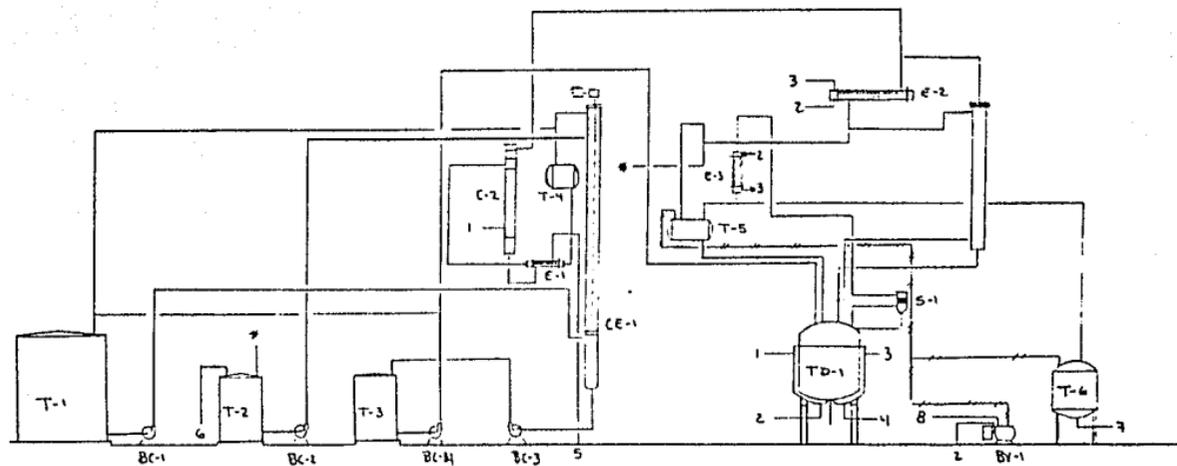
LITROS DE DMAC A PROCESAR POR AÑO: 71,643

LITROS DE CLOROFORMO NECESARIOS: 811,700

SE ALIMENTAN: 188 litros de DMAC
213 litros de cloroformo.

SE RECUPERAN DEL PROCESO 211.7 LITROS DE CLOROFORMO POR HORA.

SE PIERDEN EN EL PROCESO LAS SIGUIENTES CANTIDADES DE CLOROFORMO POR EVAPORACION: 200 LITROS POR SEMANA.



- 1 VAPOR DE ALTA PRESION
- 2 ALIMENTACION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
- 3 RETORNO AGUA DE ENFRIAMIENTO
- 4 CONDENSADOS

- 5 DRENAJE
- 6 CARGA DE CLOROFORMO
- 7 TANBORES
- 8 ATMOSFERA

4.9 SERVICIOS AUXILIARES.

Para esta unida de recuperación de Dimetilacetamida, se necesitan únicamente como servicio auxiliares lo siguiente:

Vapor.

Agua de enfriamiento.

Energía eléctrica.

Aire para instrumentos.

4.10 CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES.

De acuerdo al diagrama de flujo mostrado en el inciso 4.8, podemos observar las siguientes cantidades de energía que son consumidas en el proceso de recuperación de DMAC:

VAPOR 150 Kg/hr (100 LBS)

AGUA DE ENFRIAMIENTO 103 litros/minuto.

ENERGIA ELECTRICA:

Bombas centrífugas y agitador 8 HP.

Instrumentos 500 watts.

Luces 1500 watts.

AIRE DE INSTRUMENTOS 4 cfm (80psi).

C A P I T U L O 5

ESTUDIO ECONOMICO

5.1 POLITICAS DE ASENTAMIENTOS INDUSTRIALES DEL GOBIERNO.

En los últimos años, el gobierno de la República Mexicana ha mantenido la política de crear nuevos centros de desarrollo industrial dentro del territorio nacional, para poder incrementar el desarrollo económico y cultural de las regiones más alejadas de la zona metropolitana; y así poder evitar en un futuro, que el Valle de México se vea con grandes problemas causados por la contaminación ambiental. Lo cual se origina por la gran concentración de industrias; así como problemas demográficos que son consecuencia de esta concentración.

Para esto, el territorio nacional ha sido dividido en varias zonas. En dichas zonas se han planeado diversos incentivos fiscales para que exista un mayor desarrollo en ellas, creando nuevas fuentes de trabajo en estas áreas y evitar la migración hacia el centro de la República.

Esta división del territorio nacional es tratada con más detalle en el anexo I.

Como nuestra compañía está situada actualmente en la zona metropolitana, y esta zona corresponde a un área de crecimiento controlado, podemos deducir que para esta construcción no habrá ningún incentivo fiscal. Pero sí un ahorro considerable de divisas al evitarse la importación del disolvente. Como consecuencia, también permitirá la creación de nuevas fuentes de trabajo, ya que para su operación se requerirá de varias personas.

5.2 CAPACIDAD DE LA PLANTA E INVERSIONES NECESARIAS.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores existe una gran demanda de la Dimetilacetamida en la producción de los esteroides fabricados en BEISA, así como la posibilidad de la recuperación de un gran porcentaje de este material a partir de un efluente que después de ser neutralizado en su pH es desechado, perdiéndose de esta forma una gran cantidad de dinero.

Debido a esto, se comenzó a trabajar en la idea de instalar una planta que recuperará el DMAC, y así poder tener un ahorro considerable en la importación de este material y por consiguiente poder destinar parte de estos fondos a otras áreas de la planta.

De este estudio se decidió por la extracción del DMAC de las aguas madres provenientes del proceso de fabricación de los esteroides, ya que dentro de las opciones que se presentaron era la que mayores beneficios traería a futuro como es la de tener un tamaño menor en los tanques de almacenamiento y el ahorro considerable de vapor al evitar la destilación de grandes volúmenes de agua.

Para poder alcanzar estos objetivos, con la planta a instalar se deberá de recuperar en un año el 95% del DMAC a utilizarse y cuando esta planta este operando al 100% de su capacidad.

Respecto a las inversiones necesarias para poder instalar esta unidad de recuperación serán mínimos debido a que se instalará junto a una unidad de destilación ya existente por lo que se aprovecharán de esta, los servicios instalados como son el aire para instrumentos, agua de enfriamiento, vapor, registros sanitarios, y diversas unidades ya instaladas, por lo que para esta nueva unidad serán mínimos los gastos en activos fijos.

Estos gastos e inversiones serán detallados en incisos posteriores.

5.3 TAMAÑO DE LA PLANTA Y SUPERFICIE NECESARIA DE TERRENO.

De acuerdo a los explicado en el inciso de descripción del proceso, podemos observar que existen dos columnas de destilación, una columna de extracción, tanques de almacenamiento y condensadores por lo que se utilizará para la construcción de esta unidad de recuperación de DMAC una construcción en forma de torre, es decir, se concentrarán en un área específica los tanque de almacenamiento, el tanque de aguas madres, así como las bombas centrífugas relacionadas a ellos, y se instalarán en la torre el resto de los equipos.

Principalmente, esto se hace por una razón; debido a que existe en BEISA una unidad de recuperación de disolventes, se aprovechará que en esta unidad existe la posibilidad de ampliar la estructura para unir la unidad de DMAC.

Al mismo tiempo se aprovecharán todos los servicios existentes para poder tener un ahorro considerable en cuanto a materiales nuevos como serían: el trazado de las líneas de agua de enfriamiento a los condensadores, luz, aire para la instrumentación, etc., también se montará en el mismo lugar el tablero de control de la unidad.

De acuerdo a lo anterior, para la unidad de recuperación de DMAC se tendrán las siguientes dimensiones:

La estructura constará de 5 niveles. Cada nivel tendrá un área de 9 metros cuadrados. Se construirá una base para los tanques de almacenamiento de 4.5 metros cuadrados, y se instalarán en un dique ya existente. Se construirá también una base para el tanque de aguas madres de 16 metros cuadrados. Por lo que el área total será de 65.5 metros cuadrados.

5.4 INVERSION EN ACTIVO FIJO.

El análisis que se presenta a continuación evalúa económicamente la factibilidad del proyecto de recuperación de disolventes, en el que se utilizará un estudio costo-beneficio.

A continuación se hace un desglose de los gastos:

GASTOS DE CAPITAL:

- 1) Diseño e ingeniería.
- 2) Activos fijos.
- 3) Construcción y montaje.
- 4) Arranque de planta.

GASTOS DE OPERACION:

- 1) Servicios auxiliares.
- 2) Mantenimiento y seguros.
- 3) Mano de obra.
- 4) Depreciación.

Por otro lado, los beneficios incluirán los siguientes aspectos:

- + Reducción de costos de fabricación de los esteroides por la recuperación de DMAC.
- + Disminución de compras constantes.
- + Evitar problemas en los permisos de importación.
- + Más utilidades.

De acuerdo al inciso 4.9 podemos observar que la lista de equipos necesaria para este proceso de recuperación, presenta una serie de tanques de almacenamiento, así como bombas y algunos otros equipos. En este capítulo se proporcionarán los costos de estos equipos:

T A B L A 1

<u>EQUIPO</u>	<u>\$ (M PESOS)</u>	<u>TOTAL (M PESOS)</u>
Ingeniería y diseño	51,399.0	
Tanque de aguas madres	148,568.0	
Columna de extracción	79,590.0	
Tanque de extracto	18,571.0	
Tanque de cloroformo	18,571.0	
Destilador	23,877.0	
Columna de destilación	15,918.0	
Condensador de cloroformo	10,612.0	
Tanque de intermedio	5,306.0	
Condensador de DMAC	6,632.5	
Receptor de DMAC	7,959.0	
Separador de niebla	2,653.0	
Bombas centrifugas	21,224.0	
Bomba de vacío	9,285.5	
Bomba de aguas madres	15,918.0	
	TOTAL DE EQUIPO	436,084.0
INSTALACION:		
Estructura	34,489.0	
Instrumentos y tablero	159,180.0	
Tubería	106,120.0	
Eléctrico	26,530.0	
Servicios y pintura	34,489.0	
Mano de obra	152,017.0	
	TOTAL DE INSTALACION	512,825.0
9 % CONTINGENCIAS		47,771.0
	GRAN TOTAL DE ACTIVOS FIJOS	996,680.0

ESTAS TABLAS ESTAN PRESENTADAS EN PESOS TOMANDO EL TIPO DE CAMBIO DE \$2,653.0 PESOS POR DOLAR CORRESPONDIENTE AL 3 DE ENERO DE 1990.

TABLA 2 COSTO DE LOS SERVICIOS GENERALES (MM PESOS)

SERVICIO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
VAPOR	1.57	2.31	2.42	2.54	2.67	2.81	2.95	3.09
AGUA DE ENFRIAMIENTO	0.08	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18
ELECTRICIDAD	0.32	0.48	0.50	0.53	0.55	0.58	0.61	0.64
AIRE INST.	1.67	2.47	2.59	2.72	2.86	3.00	3.15	3.31
SOSA 50%	1.75	2.57	2.70	2.84	2.98	3.13	3.28	3.45
TOTALES	5.39	7.96	8.36	8.77	9.21	9.67	10.16	10.67

TABLA 3 ANALISIS DE FLUJO DE EFECTIVO Y RECUPERACION DE LA INVERSION

AHORRO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
DMAC	0.00	293.80	306.37	318.92	333.10	348.04	363.72	380.17	396.06
COSTOS DE OPERACION									
SERVICIOS	0.00	5.39	7.96	8.36	8.77	9.21	9.67	10.16	10.67
MANO OBRA	0.00	13.56	19.69	21.83	23.77	26.29	27.62	29.00	30.46
MANTENIMIENTO	0.00	9.50	13.80	15.23	16.70	18.46	19.39	20.35	21.36
DEPRECIACION	498.34	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29
TOTAL DE COSTOS	498.34	90.73	103.74	107.71	111.53	116.25	118.97	121.80	124.78
AHORRO NETO	-498.34	203.07	202.63	211.21	221.57	231.79	244.75	258.37	271.28

TABLA 4 ANALISIS DE RESULTADOS

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
AHORRO X REC. DMAC	0.00	203.07	202.63	211.21	221.57	231.79	244.75	258.37	271.28
ARRANQUE	0.00	198.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ut. A IMP.	0.00	402.04	202.63	211.21	221.57	231.79	244.75	258.37	271.28
I.S.R.	0.00	-140.72	-74.97	-73.92	-77.55	-81.13	-85.66	-90.43	-94.95
P.T.U.	0.00	-40.20	-20.26	-21.12	-22.16	-23.18	-24.47	-25.84	-27.13
Ut. D IMP	0.00	221.12	107.39	116.17	121.86	127.48	134.61	142.10	149.21
DEPRECIACION	498.34	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29	62.29
FLUJO DE EFEC	498.34	263.41	169.68	176.46	184.15	189.77	196.90	204.39	211.50
ACUMULADO Y RECUP	498.34	781.75	951.44	1,129.90	1,314.05	1,503.82	1,700.72	1,905.11	2,116.61
INVERSION X RECUPERAR	-498.34	-214.93	-45.24	133.22	317.37	507.14	704.04	908.43	1,119.93

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA DE RESULTADOS (M PESOS)

Costo de la inversión:	996.680
Valor presente de la inversión:	555.680
Promedio de utilidades después de impuestos	139.990
Tasa interna de recuperación:	31.53%
Recuperación de la inversión:	14.35%
Periodo de recuperación de la inversión:	2.3 años.

C A P I T U L O 6CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, podemos decir que este proyecto tiene una factibilidad económica alta ya que el tiempo en que se recupera la inversión es de 2.3 años.

Además, debido a los estímulos fiscales propuestos en la llamada depreciación acelerada, en los que se deprecia el 50% de la inversión total el primer año y el 50 % restante se depreciará en 9 años, el período de reembolso es muy corto.

También la utilidad que se obtiene durante el primer años es considerablemente mayor que en los años subsecuentes, razón por la cuál el monto del capital a pagar de impuestos es menor.

Siendo el proceso de recuperación un estudio de costo-beneficio , es fácil establecer que el ahorro producido por la recuperación de la Dimetilacetamida es alto, comparativamente hablando con el precio del proyecto.

Al retener capital por medio de la depreciación, se tiene un flujo de efectivo alto, que se mantendrá disponible para otras necesidades de la planta.

Con la construcción de la planta de recuperación de DMAC, los costos de fabricación de los productos de la empresa se ven reducidos porque los gastos de operación son menores.

La planta de recuperación de DMAC será construida, lo que producirá una disminución notable tanto en costos como en inventarios.

Es importante mencionar también que con esta planta se están generando empleos y por lo tanto se incrementa la productividad en México.

La recuperación del DMAC ayudará a solucionar el problema ambiental, ya que los contaminantes en las aguas residuales son despreciables con respecto a los contenidos de estos en las aguas madres.

C A P I T U L O 7.BIBLIOGRAFIA.

1. ANTHONY. "La contabilidad en la administración de empresas" Mc. Graw Hill, México (1976).
2. BOWLIN, OSWALD. "Análisis Financiero". Guia técnico para la toma de decisiones. Mc Graw Hill, México (1983).
3. BRIGHAM, EUGENE. "Financial Managment Theory & Practice". The Dryden Press, 3th. Edition, New York. (1981).
4. BRONSON, WILLIAM, LETURCH, JAMES. "Macroeconomía" Ed. Harla S.A., 3a. edición, México (1976).
5. MORRISON & BOYD, "Química Orgánica", Fondo Educativo Interamericano, S.A. 3a Edición en Español, México (1982).
6. PERRY & CHILTON, "Manual del Ingeniero Químico" Mc. Graw Hill, 2a. Edición en Español, México (1982).

7. PETERS & TIMMERHAUSS. "Plant Design and Economic for Chemical Engineers"., Mc. Graw Hill, New York (1980).
8. PRODUCT INFORMATION BULLETIN, DMAC DuPONT, 1987.
9. RAKOFF & ROSE, "Química Orgánica", Ed. LIMUSA-WISLEY S.A. 1a. Edición, México (1971).
10. "HANDBOOK OF PHYSICS AND CHEMISTRY" C.R.C., 54th Edition, U.S.A. (1976).

ANEXO I.

Para poder comprender mejor la tabla que a continuación se presenta, será necesario explicar los siguientes términos:

MICROINDUSTRIA: Toda empresa que ocupe hasta 15 personas y cuyas ventas anuales sean hasta de 30 millones de pesos.

PEQUEÑA INDUSTRIA: Empresa que ocupe entre 16 y 100 personas y cuyas ventas netas anuales estén entre 30 y 400 millones de pesos.

INDUSTRIA MEDIANA Y GRANDE: Empresa que ocupe más de 100 personas y cuyas ventas netas anuales rebasen los 400 millones de pesos.

Los estímulos fiscales se otorgarán atendiendo también al lugar donde se desarrolle la actividad industrial conforme al "Decreto por el cual se establecen las zonas geográficas para la descentralización industrial y el otorgamiento de estímulos" en el que se señalan las siguientes zonas:

T A B L A 5

ZONAS	I	II	III		RESTO DEL PAIS
	DE MAXIMA PRIORIDAD NACIONAL	DE MAXIMA PRIORIDAD NACIONAL	ORDENAMIENTO Y REGULACION		
BENEFICIARIOS			III-A, AREA DE CRECIMIENT- TO CONTROLADO	III-B, AREA DE CONSOLI- DACION	
CATEGORIA 1 *	30%	20%	NO HAY ESTIMULO	NO HAY ESTIMULO	15% +
CATEGORIA 2 *	20%	15%	NO HAY ESTIMULO	NO HAY ESTIMULO	10% +
PEQUENA INDUSTRIA	30%	30%	NO HAY ESTIMULO	20%	20%
MICROINDUSTRIA	40%	40%	NO HAY ESTIMULO	30%	30%

+ Ampliación a la Capacidad productiva instalada.

* Industria Prioritaria

- ZONA I: De máxima prioridad nacional.
- ZONA II: De máxima prioridad estatal.
- ZONA III: De ordenamiento y regulación.
- ZONA III A: Area de crecimiento controlado.
- ZONA III B: Area de consolidación.

De acuerdo al decreto por el cual se establecen las zonas geográficas para la descentralización industrial y el otorgamiento de estímulos, publicados en el Diario Oficial el día 22 de Enero de 1986, se presenta a continuación las zonas geográficas de las que se mencionan en este artículo.

ARTICULO I: El presente decreto tiene por objeto establecer las zonas geográficas para la aplicación de las medidas de apoyo y estímulos a la localización de la planta industrial, previstas por el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 y en los Programas Nacionales de Fomento Industrial y Comercio Exterior 1984-1988 y de Financiamiento del Desarrollo 1984-1988, a fin de lograr los siguientes propósitos:

I. Descentralizar las actividades industriales, procurando su concentración en un número limitado de polos industriales para aprovechar las economías de aglomeración y optimizar la aplicación de los recursos disponibles.

II. Coordinar los esfuerzos de inversión en infraestructura de la Administración Pública Federal con la de los Estados y Municipios para el aprovechamiento óptimo de los recursos.

III. Inducir, vía estímulos del Gobierno Federal, las nuevas inversiones conforme los requerimientos del mercado, respetando las disposiciones que sobre el uso del suelo establezcan las autoridades competentes.

IV. Orientar al crecimiento industrial hacia centros motrices donde se logre mayor beneficio social y económico.

ARTICULO II: Las disposiciones sobre localización industrial que se establecen en este Decreto son obligatorias para las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal.

Con Los Gobiernos de Las Entidades Federativas se establecerán, al tenor de Los Convenios Unicos de Desarrollo, las acciones que deberán realizarse en cada Estado para dar cumplimiento a los objetivos de este Decreto. El Gobierno Federal concertará acciones con los sectores privado social con el mismo fin.

ARTICULO III: Para Los efectos de este Decreto se este Decreto se establecen tres zonas geográficas:

ZONA I: De máxima prioridad Nacional, integrada por los siguientes municipios considerados como centros motrices para el desarrollo industrial:

Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacan, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Queretaro de Arteaga, Quintana Roo, San Luis Potosi, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatan, Zacatecas.

ZONA II: De máxima prioridad estatal integrada por aquellos municipios que se comprenden en los convenios que se celebren por el Ejecutivo Federal, por conducto de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y el Desarrollo Urbano y Ecología, con los Ejecutivos Estatales, en el marco de los Convenios Unicos de Desarrollo, a través de los cuales dichas Secretarías y la de Comunicaciones y Transportes, formalizarán las acciones de coordinación que procedan.

ZONA III A: Area de crecimiento controlado, integrada por los siguientes municipios:

Hidalgo, Estado de México.

ZONA III B: Area de consolidación, integrada por los siguientes municipios:

Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Morelos, Puebla, Tlaxcala.