

12 2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
CUAUTITLAN

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE CLOROMETANOS EN MEXICO"

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a

Juan Gerardo Ugalde Rosas

d i r e c t o r

ING. RAFAEL DECELIS CONTRERAS



FALLA DE ORIGEN

Cuautitlán Izcalli, México

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

PAG.

I. INTRODUCCION.

1.1.	Antecedentes	6
1.2.	Generalidades	8
1.3.	Metodología	9
1.4.	Objetivos	13

II. ESTUDIO DEL MERCADO DE CONSUMO.

2.1.	Los productos clorados del metano	15
2.2.	Situación de la industria de clorometanos en México	17
2.3.	Distribución y comercialización	18
2.4.	Capacidad instalada, producción y consumo	21
2.5.	Proyección de la demanda	27
2.6.	Proyección de la capacidad instalada	27
2.7.	Análisis de precios	27

III. TECNOLOGIA.

3.1.	Fundamentos	32
3.2.	Tecnologías disponibles	33

IV. MERCADO DE LAS MATERIAS PRIMAS.

4.1.	Las materias primas	46
4.2.	Situación de la industria de las materias primas	46
4.3.	Distribución y comercialización	43
4.4.	Capacidad instalada, producción y consumo de materias primas	52
4.5.	Proyección de la demanda de materias primas	54
4.6.	Proyección de la capacidad instalada	55
4.7.	Disponibilidad proyectada de materias primas	55
4.8.	Análisis de precios	56

V. CAPACIDAD Y LOCALIZACION DE LA PLANTA.

5.1.	Principales factores que determinan la capacidad de la planta	57
5.1.1.	Disponibilidad de materias primas	57
5.1.2.	Disponibilidad tecnológica	58
5.1.3.	Disponibilidad de recursos económicos	58
5.1.4.	Demanada del producto	59
5.2.	Localización de la planta	61
5.2.1.	Localización de los mercados de consumo y abasto	61
5.2.2.	Análisis de distancia	62
5.2.3.	Marco oficial para la ubicación de la planta	67
5.2.4.	Consideraciones sobre microlocalización	70

VI. INGENIERIA DEL PROYECTO.

6.1.	Selección del proceso	74
------	-----------------------------	----

6.1.1.	Materias primas	75
6.1.2.	Complejidad de operación	75
6.1.3.	Servicios auxiliares	76
6.1.4.	Estimado de inversión	76
6.2.	Conformación del proceso	78
6.3.	Balance de materia y energía	82
6.4.	Cuantificación de los consumos e insumos	85
6.5.	Lista de equipo y maquinaria	90
6.6.	Distribución general de planta y equipo	95
6.7.	Requerimientos de personal	98
6.8.	Programa de construcción, instalación y puesta en marcha	99

VII. ANALISIS FINANCIERO Y ECONOMICO.

7.1.	Estado proforma del proyecto	105
7.2.	Evaluación socio-económica del proyecto	110
7.3.	Análisis de solvencia	113
7.4.	Análisis de estabilidad	114
7.5.	Análisis de productividad	115

VIII. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados	131
Conclusiones	132
Apendice No. I (Datos Económicos)	134
Apendice No. II (Datos Técnicos)	137
Apendice No. III (Bases para la Estimación de Costos y Maquinaria)	140
Bibliografía	153

L. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Se denomina proyecto industrial al conjunto de elementos técnicos, económicos, financieros y de organización que permiten visualizar las ventajas y desventajas económicas de la adquisición, construcción, instalación y operación de una planta industrial.

La elaboración de un proyecto se hace con la finalidad de generar bienes y servicios que pueden satisfacer necesidades primarias, secundarias o adquiridas. En México ninguna de las tres anteriores se encuentra totalmente satisfecha, por el contrario, existen una gran cantidad de bienes que no han sido desarrollados, o no se ha implantado su producción nacional o simplemente no se explotan, comercializan o distribuyen adecuadamente. Involucrarnos en el estudio de cuales opciones son las mas adecuadas para elaborar un estudio de factibilidad e implementar un proyecto de inversión no tiene sentido, ya existe un Esquema Político, un Marco Jurídico y un plan de acción y multiples programas de fomento y apoyo; lo importante, que este muy claro, es identificar una posibilidad de crear un negocio, ya sea para ser financiado con recursos propios o buscar la participación de otras personas, pero por sobre todo, que la inversión proyectada se justifique con la obtención de un margen

de utilidad lo suficientemente adecuado, que permita recuperar la inversión en el tiempo más corto posible y brindar una rentabilidad atractiva a los accionistas.

Una buena opción de hacer negocio es producir cloruro de metileno que se importa de los E.E.U.U. principalmente y como veremos más adelante el pertenece a una familia petroquímica llamada Clorometanos y que esta integrada por el Cloruro de Metilo, el Cloruro de Metileno, Cloroformo y el Tetracloruro de Carbono.

1.2 GENERALIDADES

Para la selección de un proyecto es importante conocer el marco económico dentro del cual se desarrollan las actividades públicas y privadas de un país, dado que el proyecto no es un instrumento aislado, su realización tanto a nivel público como privado tiene repercusiones en un universo mayor, sea este un país, entidad o corporación; de ahí que los planes y programas de desarrollo creados por el Estado definen la congruencia de la selección y desarrollo de un determinado proyecto, dando así una gran variedad de alternativas, por lo que resulta conveniente agrupar las áreas en que estas pueden ser desarrolladas, por ejemplo, el Manual de Proyectos de Desarrollo Económico de la O.N.U.; clasifica cinco grandes áreas de origen de proyectos :

- Proyectos que tienen su origen en la realización de estudios sectoriales.
- Proyectos que se originan de un programa global de desarrollo
- Proyectos que derivan de estudios de mercado
- - Proyectos para aprovechamiento de recursos naturales
- Proyectos de origen político y estratégico

Conociendo a detalle las implicaciones de cada uno de ellos lo cual queda fuera del alcance del presente trabajo, es posible establecer las fuentes de información, las restricciones y los beneficios adicionales que se tendrán en la posible realización del proyecto.

De esta forma, tanto el sector público como el privado seleccionan de entre múltiples posibilidades de inversión a aquellos proyectos que más se apegan a los objetivos establecidos.

El sector público basa sus criterios de selección, en el nivel más amplio, en los siguientes factores :

- El incremento del producto interno bruto per-capita
- La creación de empleos
- La promoción de un desarrollo social y regional equilibrado
- La diversificación de la actividad económica del país.

Mientras que el sector privado enfatiza a los siguientes :

- Una tasa elevada de rentabilidad
- La recuperación rápida y asegurada del capital invertido.

1.3 METODOLOGIA

Conociendo a niveles muy generales el origen, clasificación y selección de un proyecto, estamos en condición de discutir sobre la forma en la que se desarrolla el estudio que, para los fines de un proyecto industrial, llamaremos Estudio de Inversión los cuales en función de su enfoque y nivel de alcance se clasifican en tres tipos :

- Estudios de oportunidad de nuevas inversiones
- Estudios de prefactibilidad

- Estudios de factibilidad

Dentro de los primeros se establece la oportunidad de invertir en alguna región del país o bien en alguna área o sector industrial que se considere como prioritario.

En el estudio de prefactibilidad se contempla un análisis más o menos detallado de aspectos mercadológicos, tecnológicos y financieros.

Un estudio de factibilidad abarca todos los datos e información importante para un proyecto de inversión, este material se procesa y presenta en forma sistemática, suficientemente detallada y de tal forma que facilite una decisión en cuanto a la implementación técnica y económica del proyecto.

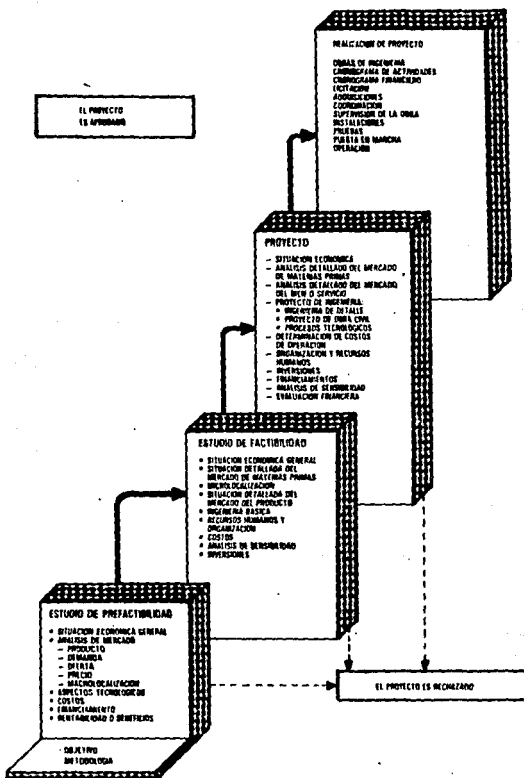
El diagrama 1 muestra un esquema de la evolución de un proyecto. Metodológicamente el proyecto se integra fundamentalmente del análisis de tres áreas :

- El estudio de mercado
- El estudio técnico
- El estudio financiero

La presentación de la información para cada uno de los estudios dependerá del modelo específico que se utilice, ya sea el creado por una institución de desarrollo económico o bien por una de fomento y crédito.

DIAGRAMA 1

LOS ESTUDIOS DE INVERSION



Evolución de un proyecto.

El presente trabajo se basó en el modelo propuesto en el "Manual de Proyectos de Desarrollo Económico de la O.N.U.", así como en "Manual de Técnicos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Factibilidad" del Fondo de Equipamiento Industrial del Banco de México, estableciendo para tal efecto algunas variantes :

El estudio de mercado de los productos y de materias primas se vincula mediante una breve investigación de los principios tecnológicos existentes, para con ello no omitir el estudio de alguna de las materias primas y viciar en algún momento la selección del proceso de producción.

En seguida se determina la capacidad de la planta considerando como factores determinantes el volumen de producción que satisfaga la totalidad de la demanda en función de la disponibilidad de materias primas, se establece aquí el plan de producción anual proyectado a cinco años que servirá de base para calcular el balance de materiales, no se considera oportuno seleccionar el proceso de producción antes de localizar la planta en virtud de considerar, metodológicamente, mas adecuado su estudio en la parte de ingeniería del proyecto en donde se generó toda la información para el cálculo de la inversión fija así como los criterios y programas bajo los que se proyecta construir la planta.

Finalmente en el analisis financiero y económico se plantea la estructura presupuestaria de inversiones, ingresos, costos y gastos de donde se formularán los estados financieros proforma

del proyecto para con ello realizar una evaluación socioeconómica, y un análisis de solvencia, estabilidad y productividad. El diagrama 2 muestra un esquema de la estructura metodológica del proyecto.

1.4 OBJETIVOS

Con base en lo anterior el presente trabajo pretende lograr los objetivos siguientes :

Generales :

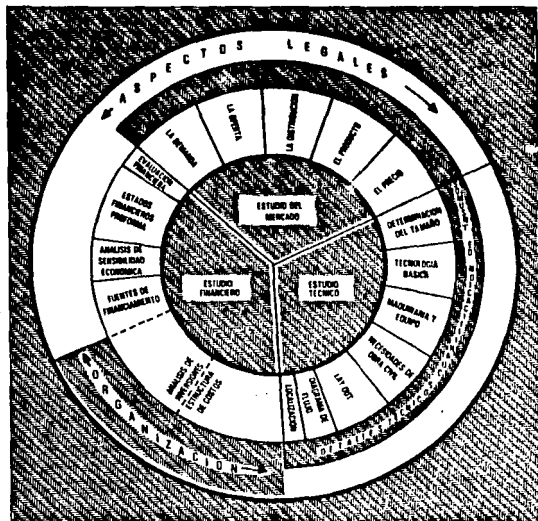
- Aplicar una metodología al estudio de un proyecto de inversión cien por ciento relacionado con la Ingeniería Química .
- Mostrar que el conocimiento de la metodología es fundamental para la realización de proyectos industriales.

Específicos :

- Desarrollar un estudio de mercado para los clorometanos.
- Desarrollar un estudio técnico para la instalación de una planta de clorometanos
- Desarrollar un estudio Económico y Financiero para determinar la factibilidad de instalar una planta productora de clorometanos en México.

DIAGRAMA 2

CONTENIDO DEL PROYECTO



Estructura metodológica del proyecto.

2.- ESTUDIO DEL MERCADO DE CONSUMO

1. **Los Productos Clorados del Metano.**- Fundamentalmente son cuatro: Cloruro de Metilo, Cloruro de Metileno, Cloroformo y Tetracloruro de Carbono; el primero es un vapor a temperatura ambiente, mientras que los tres restantes se presentan como líquidos muy volátiles, todos ellos incoloros de olor característico, insolubles en agua y miscibles en compuestos polares como alcohol, éter y acetona.

Los Clorometanos, como también son llamados, se producen en cantidades masivas en países como Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, España e Italia, dado que sus propiedades químicas han facilitado el desarrollo de productos cuya aplicación se ha incrementado en gran escala en la última década, tal y como se puede ver a continuación :

Cloruro de Metilo.- Dado que es una especie muy reactiva aunque no tanto como el Ioduro o el Bromuro de Metilo suministra rápidamente grupos Metilo en reacciones de metilación del tipo de Friedel-Craft, Wurtz y Grignard, además por reacción directa con metales como Silicio; de tal forma que entre sus principales aplicaciones se encuentra el ser un excelente agente metilante en la preparación de intermediarios en la síntesis de Silicones (Dimetil Dicloro Silano), así como de Benceno, Tolueno y Xileno; y es usado en menor escala como catalizador y

solvente en la manufactura de Hule Butilo.

Cloruro de Metileno.- Las propiedades quimicas de esta especie no son muy explotadas, pero su capacidad como solvente lo hacen ser un excelente solvente del Acetato de Celulosa y Grasas, de tal forma que su producción es destinada principalmente a cuatro áreas industriales: Como removedor en la industria de pinturas, Desengrasante de metales, Solvente en la industria de Peliculas Fotograficas y como estabilizador de resinas de Uretano.

Cloroformo.- Su coloración da como producto CCl_3 , mientras que con Zn y HCl se reduce $CHCl_3$, reacciona con Trifluoruro de Antimonio para formar clorofluoro Carbonos, de tal forma que su producción se destina principalmente a la producción de Clorofluoro Carbonos y resinas de Flúor (Teflón); se utiliza en menor escala como solvente en la industria de perfumes y farmacéutica.

Tetracloruro de Carbono.- Sus propiedades quimicas son similares a las de el Cloroformo, de tal forma que su producción es destinada, principalmente, a la manufactura de Freones por medio de la reacción con HF anhidro y un catalizador, es usado tambien como estabilizador de espumas de Uretano y como Fumigante, además de ser un excelente solvente en la síntesis de Fármacos.

2.2. Situación de la Industria de Clorometanos en México.- En virtud de las aplicaciones y del núcleo industrial al cual son dirigidos los Clorometanos, se determinó que los principales centros de consumo se localizan en las entidades siguientes :

<u>ESTADO</u>	<u>CUADRO 1</u> <u>CIUDAD</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>%</u>
Coahuila	Saltillo Torreón	84150	0.65
Chihuahua	Chihuahua Cd. Juárez	300	1.3
México	Ecatepec Lerma Naucalpan Tlalnepantla Toluca	8000	34.75
Guanajuato	Celaya Irapuato León	1500	2.17
Jalisco	Guadalajara Ocotlán	2000	8.69
Querétaro	Querétaro San Juan del Río	1000	4.34
Distrito Federal	D.F.	5000	21.73
Morelos	CIVAC	1500	6.52
Nuevo León	Monterrey	2000	8.69
Puebla	Puebla	1500	6.52
Sonora	Hermosillo	100	0.43
Tlaxcala	Tlaxcala	50	0.21

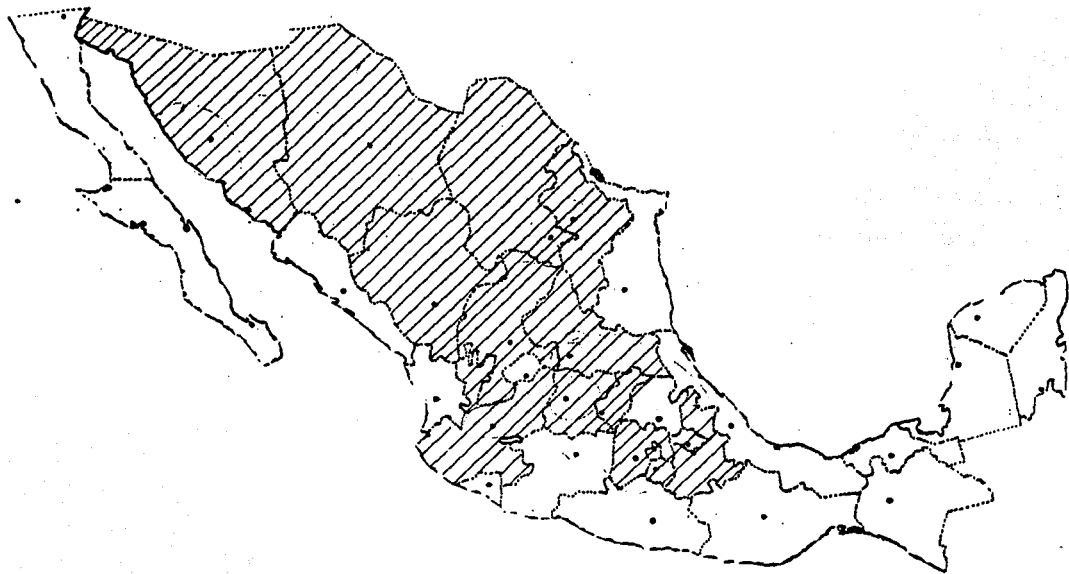
FUENTE : Datos proporcionados por CANACINTRA.

En las que se encuentra concentrado aproximadamente el 30% de la población total del País. El Mapa No. 1 muestra la distribución geográfica de las zonas de incidencia de los productos.

2.3. Distribución y Comercialización.- Como se verá más adelante, en México se encuentran operando dos plantas productoras de Clorometanos, cuya capacidad no satisface las necesidades del consumo, esto obliga a importar una parte de éstos, por otro lado, las industrias consumidoras de los productos en cuestión van desde los grandes consorcios industriales, hasta pequeñas industrias maquiladoras; esto ha originado que los mecanismos de distribución manifiesten un desequilibrio muy notorio en cuanto a la facilidad de adquisición de los productos se refiere, sobre todo para las medianas y pequeñas industrias, quienes dependen básicamente de la distribución intermedia, propiciando con esto, un consecuente incremento en sus costos de producción. El diagrama mostrado en el Cuadro 2 esquematiza los canales de distribución básicos para los productos, además de incluir una lista de los principales distribuidores de Clorometanos en México.

Por otro lado, los productos son vendidos a granel en pipas que van desde 2 hasta 50 toneladas o en tambores con capacidad de 200 litros.

MAPA No. 1.; DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ZONAS DE INCIDENCIA DE LOS PRODUCTOS.



CUADRO 2. CANALES DE DISTRIBUCION

P R O D U C T O R

DEPARTAMENTO DE VENTAS

DISTRIBUIDOR

C O N S U M I D O R

PRINCIPALES EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

Abastecedora de Productos Quimicos Marlo, S.A.

Amonal Quimica Mexicana, S.A.

Anta Chemical , S.A.

Alcoholes Desnaturalizados y Diluentes, S.A.

Bentihley Quimica, S.A.

Borga, S.A.

Corporación Quimica , S.A.

Dow Quimica Mexicana, S.A.

ICI de Mexico, S.A.

Industrias Oxi-Metal, S.A.

Lapsom Quimica, S.A.

Negociación Alvi, S.A.

Productos Quimicos Básicos, S.A.

Mardupol, S.A.

Quimica Hoetch de Mexico, S.A.

Quimivan, S.A.

Unión Carbide Mexicana, S.A.

2.4. **Capacidad Instalada, Producción y Consumo.**- En el cuadro 3 se presenta una relación de las Plantas productoras de Clorometanos instaladas en México, siendo importante anotar, que fué hasta el año de 1980 cuando se arrancó la primera de ellas :

CUADRO 3. CAPACIDAD INSTALADA PARA CLOROMETANOS EN MEXICO PARA 1986

<u>EMPRESA</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>CAPACIDAD (TON/AÑO)</u>
Celulosa y Derivados, S.A.	Altamira, Tamps.	45,000
Cloro de Tehuantepec, S.A.	Pajaritos, Ver.	15,000
Pemex # S.A.	Pajaritos, Ver.	<u>16,000</u>
	T O T A L E S :	76,000

* Planta Productora de Tetracloruro de Carbono Exclusivamente.

Por otro lado, las cifras históricas para Producción y Consumo se encuentran compiladas en los Cuadros 5. al 8., para el período de 1980 a 1985.

Al comparar la información anterior con la presentada en el Cuadro 4. que contiene los datos de Producción, Capacidad Instalada, Consumo y Déficit para el año de 1985, se observa que aun existe la necesidad de instalar una nueva Planta productora de Clorometanos que puede consolidar la capacidad requerida por el consumo, dado que se presenta un déficit de 23,065.6 Tons. para este período.

CUADRO 4. PRODUCCION, CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO Y DEFICIT DE CLOROMETANOS EN MEXICO EN 1985 (TON/ASO).

<u>PRODUCTO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CAPACIDAD</u>		<u>DEFICIT</u>
		<u>INSTALADA</u>	<u>CONSUMO</u>	
Cloruro de Metilo	11,600.00	11,600.00	12,821.0	1,221.0
Cloruro de Metileno	45,900.00	45,900.00	52,473.3	6,566.3
Cloroformo	1,225.00	1,225.00	4,540.0	3,255.0
Tetracloruro de Carbono	<u>17,285.00</u>	<u>17,285.00</u>	<u>29,257.3</u>	<u>11,973.3</u>
T O T A L E S	76,000.00	76,000.00	99,091.6	23,065.6

FUENTE : Anuario Estadístico de Comercio Exterior. SFF.
 Anuario de la Asociación de Industriales de la Química (ANIQ) 1985.

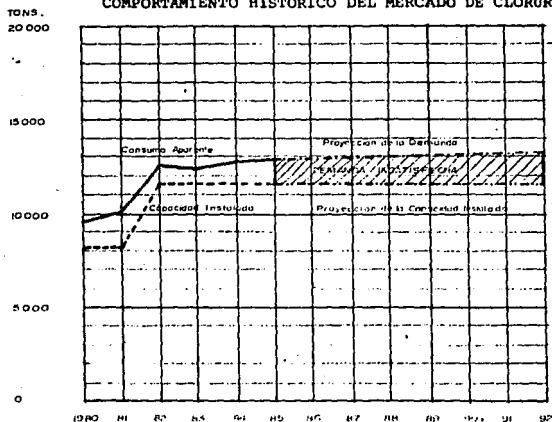
CUADRO 3. DATOS DE MERCADO PARA CLORURO DE METILO (TONS.)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Producción	8,100.00	8,100.00	11,600.00	11,600.00	11,600.00	11,600.00
Importación	1,532.60	1,933.50	1,044.50	7,767.30	1,092.03	1,221.60
Exportación						
Consumo aparente	9,632.60	10,033.50	12,644.30	12,357.30	12,692.03	12,821.60
Capacidad Instalada	8,100.00	8,100.00	11,600.00	11,600.00	11,600.00	11,600.00

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, SFF.

"Anuario Estadístico de Comercio Exterior de México" 1980, 1981, 1982, 1983, 1984 y 1985

COMPORTAMIENTO HISTORICO DEL MERCADO DE CLORURO DE METILO



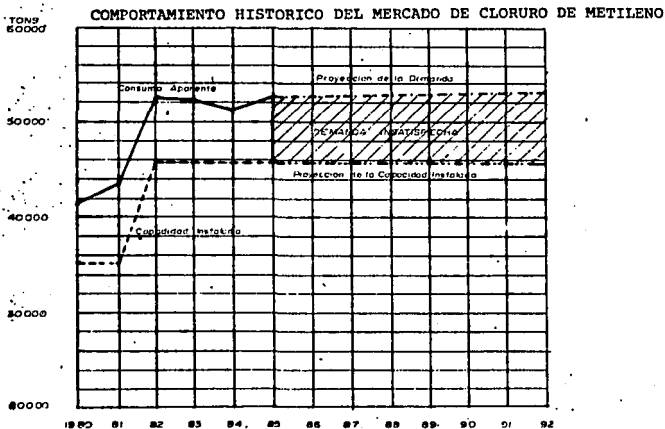
CUADRO 6. DÁTOS DE MERCADO PARA CLORURO DE METILENO (TONS.)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Producción	35,100.0	35,100.0	45,907.0	45,907.0	45,907.0	45,907.0
Importación	6,655.0	8,589.5	6,428.3	6,397.5	5,268.0	6,566.3
Exportación	---	---	---	---	---	---
Consumo Aparente	41,755.0	43,689.8	52,328.3	62,297.0	51,115.0	52,473.3
Capacidad Instalada	35,100.0	35,100.0	45,907.0	45,907.0	45,907.0	45,907.0

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, SFF.

"Anuario Estadístico de Comercio Exterior de México" 1981, 1982, 1983, 1984 y 1985.

Anuario Estadístico de INIQ 1985.



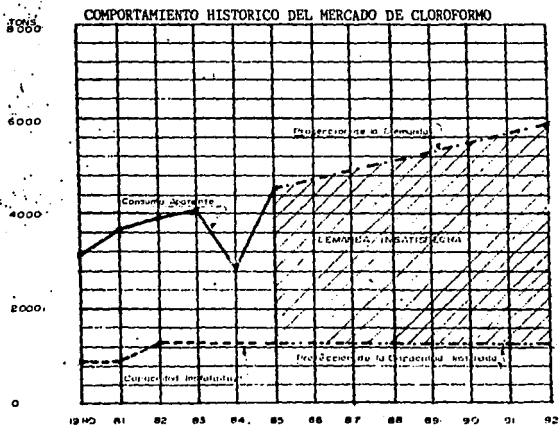
CUADRO 7. DATOS DE MERCADO PARA CLOROFORMO (TONS.)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Producción	900.0	900.0	1,285.0	1,285.0	1,285.0	1,285.0
Importación	2,250.0	2,785.7	2,661.8	2,614.7	1,572.6	3,255.0
Exportación						
Consumo Aparente	3,155.0	3,685.7	3,946.8	4,179.7	2,857.6	4,540.0
Capacidad Instalada	900.0	900.0	1,285.0	1,285.0	1,285.0	1,285.0

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, S.P.F.

"Anuario Estadístico de Comercio Exterior de México, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985",

Anuario Estadístico de INIQ 1985.



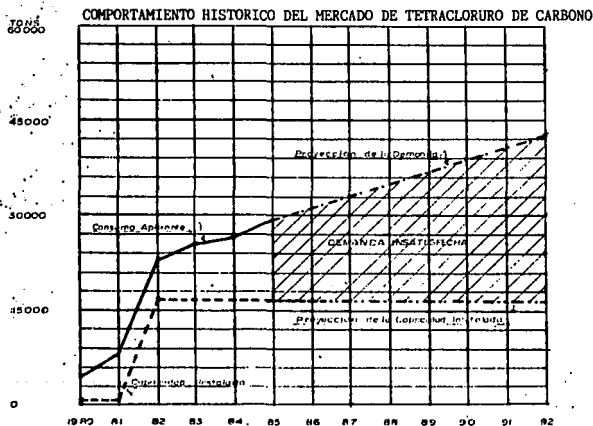
CUADRO B. DATOS DE MERCADO PARA TETRACLORURO DE CARBONO (TONS.)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Producción	900.0	900.0	17,184.0	17,284.0	17,284.0	17,284.0
Importación	3,789.0	6,958.8	8,008.0	8,464.8	8,774.2	11,972.3
Exportación						
Consumo Aparente	4,689.0	7,858.8	23,292.0	25,648.8	26,058.2	29,256.3
Capacidad Instalada	900.0	900.0	17,284.0	17,284.0	17,284.0	17,284.0

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, S.P.P.

Anuario Estadístico de Comercio Exterior de México, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985

Anuario Estadístico de ANIQ 1985.



2.5. Proyección de la Demanda.- La proyección de la demanda para los Clorometanos se realizó con base en los datos históricos, utilizando para ello el método de regresión por mínimos cuadrados, considerando que el proyecto tendrá una vida de cinco años. El Cuadro 9 resume los resultados obtenidos.

Los Cuadros 5. al 8. citados anteriormente, muestran el comportamiento de la tendencia en la demanda para los primeros cinco años de interés del proyecto, así como los modelos representativos para cada producto.

2.6. Proyección de la Capacidad Instalada.- Se investigó en el archivo de proyectos a cargo de la Gerencia de Petroquímicos de PEMEX, al 31 de Diciembre de 1986, encontrándose un proyecto para una planta productora de Tetracloruro de Carbono, con capacidad para 16,000 Ton/Año en estatus de Planeación; una información más reciente, confirmó que el proyecto ha sido desechado.

De esta manera, el Cuadro 10. presenta la proyección de la demanda insatisfecha de los productos, de no instalarse otra planta en México.

En el cuadro anterior se observa un crecimiento del 41.55% hasta el final de la vida del proyecto.

2.7. Análisis de Precios.- Para este análisis se consideraron, tanto los precios históricos de importación como los

CUADRO 9. PROYECCION DE LA DEMANDA PARA LOS
CLOROMETANOS (TON/AÑO).

<u>PRODUCTO:</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1992</u>
Cloruro de Metilo	12,939.6	12,998.7	13,057.7	13,116.7	13,175.7	13,234.8
Cloruro de Metileno	52,571.9	52,621.3	52,670.6	52,719.9	52,769.3	52,818.6
Cloroformo	4,935.5	5,133.2	5,330.9	5,528.6	5,726.4	5,924.1
Tetracloruro de Carbono	33,232.5	35,220.6	37,208.7	39,196.8	41,189.9	43,173.0

CUADRO 10. DEMANDA INSATISFECHA DE CLOROMETANOS
EN MEXICO (TONELADAS)

<u>PRODUCTO/ANO</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1992</u>
Cloruro de Metilo	1,340	1,400	1,460	1,520	1,580	1,640
Cloruro de Metileno	6,670	6,720	6,770	6,820	6,870	7,920
Cloroformo	3,655	3,850	4,050	4,245	4,450	4,640
Tetracloruro de Carbono	15,950	17,940	19,925	21,915	23,900	25,890
T O T A L E S:	27,615	29,910	32,205	34,500	36,800	40,090

CUADRO 11. PRECIOS PROMEDIO DE IMPORTACION (DOLLS/KGR.).

<u>PRODUCTO/AÑO</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Cloruro de Metilo	0.485	0.493	0.490	0.434	0.548	0.632
Cloruro de Metileno	0.496	0.460	0.460	0.491	0.588	0.492
Cloroformo	0.410	0.360	0.339	0.354	0.513	0.500
Tetracloruro de Carbono	0.240	0.220	0.200	0.230	0.350	0.340

FUENTE: IMCE.

precios promedio para el año de 1986 de diferentes empresas distribuidoras en México. El Cuadro 11. presenta el comportamiento de los precios de importación de Clorometanos para los últimos seis años

Al analizar las desviaciones típicas para los precios de importación de cada producto, se encontró que éstas son representativamente pequeñas para considerar como un buen indicador de los precios de venta para el proyecto, el observado para cada producto a Diciembre de 1986. De esta, el siguiente cuadro muestra los precios de venta tentativos para el proyecto.

CUADRO 12. PRECIOS DE VENTA

<u>PRODUCTO</u>	<u>PRECIO (\$\kgr)</u>
Cloruro de Metilo	582
Cloruro de Metileno	479
Cloroformo	479
Tetracloruro de Carbono	320

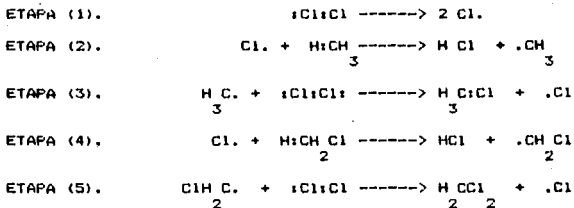
3.- TECNOLOGIA

3.1. Fundamentos.- Existen tres procedimientos básicos para la producción de Clorometanos :

a). Cloración Fotoquímica.- Este es el procedimiento más antiguo que se conoce para la obtención de Clorometanos, se basa en la formación de radicales libres por medio de la emisión de Luz Ultravioleta en la región de los 4000 A. la reacción se considera en términos generales de sustitución, iniciándose con el rompimiento del enlace de la molécula de Cloro para formar dos radicales libres, la segunda etapa consta del rompimiento de la segunda etapa consta del rompimiento de un enlace carbono-hidrógeno de la molécula de Metano por acción de un átomo de Cloro, formando así una molécula de Cloruro de Hidrógeno y un radical libre Metilo, en la tercera etapa, el radical libre Metilo altamente reactivo, reacciona con una molécula de Cloro sustrayendo un átomo de Cloro, esta etapa da lugar a la formación de una molécula de Cloruro de Metilo y un átomo de Cloro, este último producto es de particular importancia, ya que el átomo de Cloro formado en la etapa tres reacciona con otra molécula de Metano y provoca la repetición de la etapa dos; el mecanismo que sigue la reacción se muestra en el Cuadro 13.

A medida que la reacción se lleva a cabo, las moléculas de Cloruro de Metilo se acumulan en la mezcla de reacción, al hacerlo los átomos de Cloro comienzan a reaccionar también con moléculas de Cloruro de Metilo, esta reacción también en cadena, produce en último término Diclorometano (Cloruro de Metileno).

CUADRO 13. MECANISMO PARA LA CLORACION FOTOQUIMICA



FUENTE: SOLOMONS T.W.G. QUIMICA ORGANICA
 EDITORIAL LIMUSA. MEXICO 1980

De igual forma, a medida que el Diclorometano se acumula en la mezcla de reacción, los átomos de Cloro reaccionan con estas para producir otra reacción en cadena y formar el Triclorometano (Cloroformo) y por el mismo razonamiento el Tetracloruro de Carbono.

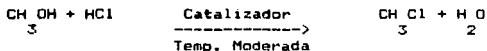
La distribución de productos depende de las condiciones de reacción y de la alimentación, de tal forma que un exceso de metano en la alimentación favoreciera la formación del primer clorado principalmente; en el caso contrario, si se mantiene un exceso de Cloro, esto favoreciera la formación de los clorados superiores.

La reacción se efectúa en fase gaseosa a una temperatura de 250°C, originándose un alto riesgo de explosión por la presencia de Gas Cloro, el costo de capital es por consecuencia, elevado, además de ser un procedimiento poco atractivo en términos de la

pureza y rendimiento de productos; actualmente el procedimiento es ya obsoleto.

b). **Cloración Térmica.**— Este procedimiento se basa en los mismos mecanismos de la Cloración Fotoquímica, con la variante de tener como medio iniciador al Calor en lugar de Luz; las reacciones ocurren en fase gaseosa y a temperatura elevada (450°C) originando con esto la presencia de impurezas así como altos costos de operación, no obstante, existen actualmente un gran número de instalaciones operado con este procedimiento; gracias al desarrollo de la Catálisis, el curso que tienen las reacciones mostradas en el Cuadro 13., es posible de controlar, por así obtener una mejor distribución de los productos.

c). **Cloración en Fase Líquida.**— Este procedimiento se considera como el más novedoso, para la producción industrial de Clorometanos; consta de dos etapas de reacción; la primera de ellas consiste en la Hidrocloración de Metanol por medio de HCl en presencia de un catalizador (Cloruro de Zinc, Cloruro Ferroso o Cloruro de Bismuto) esta reacción tiene lugar en condiciones moderadas de temperatura y presión (100-150°C y 1 Atm.) obteniéndose rendimientos prácticamente estequiométricos, el Cloruro de Metilo así obtenido, es purificado y comprimido hasta una presión de 8.16 Ata. y condensado a una temperatura de 30°C.



La segunda etapa consiste en la Cloración en fase líquida del Cloruro de Metilo en presencia de un Catalizador

obteniendose la distribución deseada de productos clorados superiores por control de las condiciones de alimentación, la reacción es isotérmica a 30°C y el reactor opera a 2 Ata. H. Bender, de la Dow Chemical Co. ha reportado un espacio-velocidad para los reactores cloradores de 300 Hr⁻¹.

3.2.- Tecnologías Disponibles.- Las tecnologías más importantes para la producción comercial de Clorometanos se encuentran bajo patentes de las siguientes firmas :

- Vulcan Materials, Co.
- Scientific Design, Co. Inc.
- Stauffer Chemical, Co.
- Tokuyama Soda, Co. Ltd.

A continuación se presenta la descripción de los procesos correspondientes :

1). Proceso Tecnológico de Vulcan Materials, Co.

Aplicación: Es un proceso para manufactura de Clorometanos a partir de Metanol y Cloro.

Descripción: La Hidrocloración de Metanol con HCl de la reacción de Cloración Térmica, da como producto Cloruro de Metilo, el cual es térmicamente clorado para producir la distribución deseada de Metileno, Cloroformo y Tetracloruro de Carbono. La reacción de Hidrocloración es llevada a cabo en fase líquida en presencia de un catalizador. Suficiente Cloruro de Metilo debe ser producido para blanquear la cantidad consumida por la reacción térmica.

Todo o una porción del exceso de HCl puede ser recuperada como Cloruro de Metilo o separado como tal para su almacenamiento y venta como Acido Muriatico.

El proceso es directo usando estandares prácticos y se requiere un minimo de materiales exóticos de construcción. El producto líquido del reactor térmico es fraccionado para recuperar Clorocarbonos. El HCl del reactor térmico es combinado con Metanol vaporizado y pasa a través de un reactor Hidroclorador para producir Cloruro de Metilo el cual en su momento fue alimentado al reactor térmico.

Materiales : Las características de las materias primas para los productos deseados son :

- Cloro al 95% en peso
- Metanol al 95% en peso
- Puede mantenerse un factor de flujo de 365 días/año

Requirimiento de Servicios :

Evaluados para 1.0 Kg. de producto

- Vapor de 5 kg./cm ² (Kg).	4.0
- Agua de Enfriamiento, 15°C (M) ³	0.3
- Potencia Eléctrica (KWH)	0.35
- Acido Sulfúrico Conc. al 98% (Kg)	0.4
- Mantenimiento (% de la Inversión)	6.5

El Diagrama 1. Muestra el diagrama de procesamiento para la tecnología en cuestión.

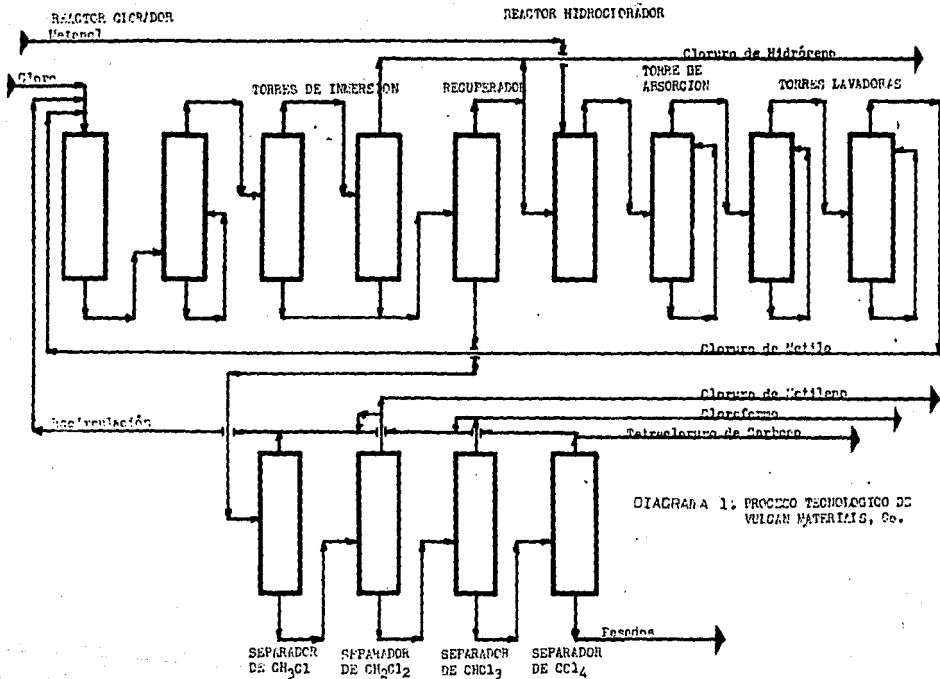
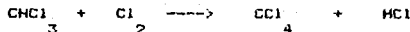
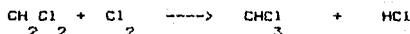
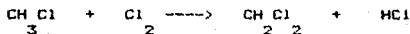
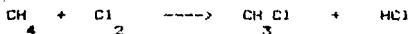


DIAGRAMA 1: PROCESO TECNOLÓGICO DE VULCAN MATERIALS, Co.

2). Proceso Tecnológico de Scientific Design, Co. Inc.

Aplicación: Se basa en la cloración directa de Metano, para producir diferentes distribuciones de los cuatro Clorometanos, y como intermedio HCl que puede ser producido en diferentes concentraciones, incluyendo gas anhidro.

Químicas: El curso de la reacción consiste en cloraciones sucesivas e irreversibles:



Estas reacciones son controladas por criterios cinéticos mas que por modelos termodinámicos.

La distribución neta de productos, depende de la relación CH_4/Cl_2 en la alimentación (la cual puede incrementarse para bajas distribuciones) tanto como se recirculen Clorometanos. La reacción es no catalítica e iniciada térmicamente, posterior a su inicio, esta se sostiene por si misma, en virtud de su gran desprendimiento de calor.

Los rendimientos de Metano y Cloro son casi estequiométricos con muy baja formación de residuos.

Descripción: El proceso incluye tres etapas :

- 1.- Reacción
- 2.- Recuperación de HCl
- 3.- Purificación de Clorometanos

La alimentación al reactor consiste en metano y cloro frescos y clorometanos reciclados para ser nuevamente clorados como fué determinado por los cálculos cinéticos. Los efluentes del reactor, que consisten de inertes, metano, HCl, clorometanos y trazas de olefinas C_2 y C_3 , y más pequeñas cantidades de fondos pesados; es enfriada y enviada al absorbedor de HCl, el propósito de esta columna es absorber la producción total de HCl más todos los hidrocarburos que salen del reactor, los efluentes del domo del absorbedor son reciclados al reactor. Los fondos de HCl son alimentados al agotador continuo, en esta columna el HCl es agotado y llevado a la sección de rectificación para purificación.

El sistema de purificación está compuesto de cuatro columnas de destilación en secuencia convencional, de tal forma que en la primera de ellas es separado el CH_2Cl_2 , en la segunda es separado por el domo el CH_2Cl_2 , en la siguiente el $CHCl_3$ y en la final el CCl_4 .

El Diagrama 2. Muestra el diagrama de procesamiento para la tecnología en cuestión.

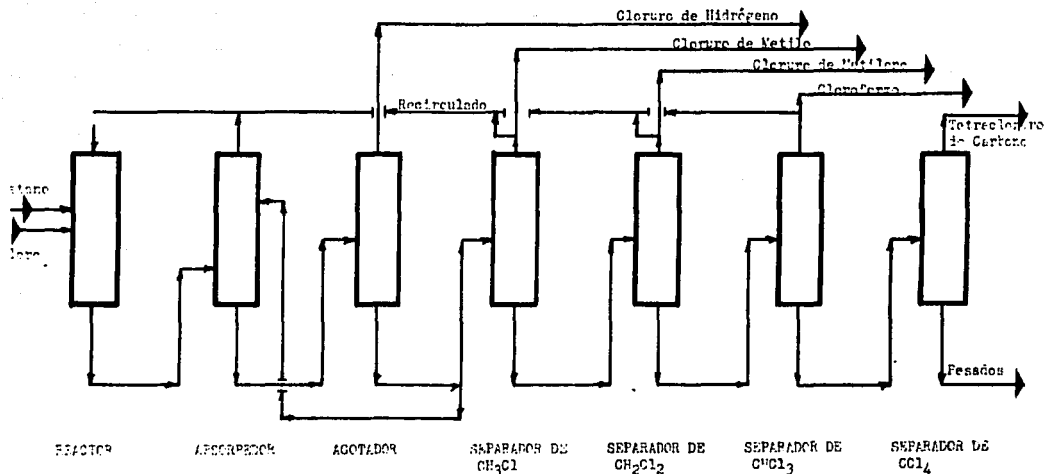


DIAGRAMA 2. PROCESO TECNOLÓGICO DE SCIENTIFIC DESIGN, Co.

3). Proceso Tecnológico de Stauffer Chemical, Co.

Aplicación: Es un proceso para producir los cuatro clorometanos y como subproducto Cloruro de Hidrógeno, todo esto usando como materias primas Metanol y HCl (g).

Descripción: El Metanol reacciona con HCl (g), para producir Cloruro de Metilo y Agua, en un reactor clorador catalítico de lecho fijo. El vapor es producido del calor de reacción, el CH_3Cl puede ser removido del proceso como un producto crudo y húmedo o procesado a una alta pureza, o usarlo como materia prima para cloraciones adicionales. El agua de reacción es retirada como ácido clorhídrico al 22%, esta corriente puede ser posteriormente procesada y reforzada con HCl, hasta llegar a una calidad del 31.5 para su venta.

Para producir CH_2Cl_2 , $CHCl_3$ y CCl_4 ; el cloruro de Metilo crudo reacciona con Cl_2 en fase de vapor a temperatura y presión elevadas. La mezcla de productos puede variar por control de las condiciones del reactor y la corriente de alimentación para la cloración térmica.

Los productos de esta reacción son enfriados para condensar los hidrocarburos clorados. El HCl de la corriente de hidrocarburos pesados, es reciclado a la etapa de Hidrocloración para producir CH_3Cl . El condensado de orgánicos clorados es separado por destilación a productos puros.

El Diagrama 3. Muestra el diagrama de procesamiento para la tecnología en cuestión.

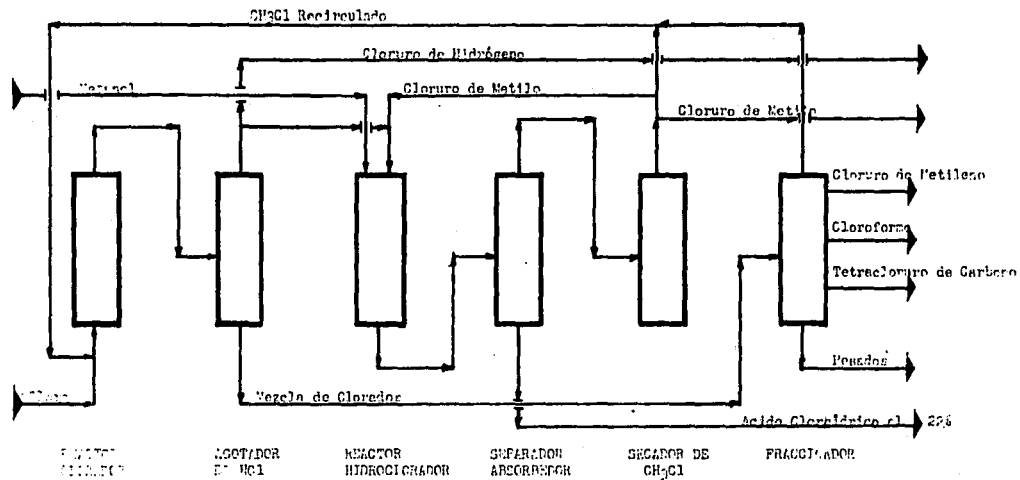


DIAGRAMA 3. PROCESO TECNOLÓGICO DE STAUFFER CHEMICAL, Co.

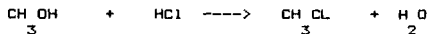
4). Proceso Tecnológico de Tukuyasa Soda, Co. Ltd.

Aplicación: Este proceso está diseñado para la producción de clorometanos, basado en la cloración en fase líquida a temperaturas moderadas. Se caracteriza por una alta velocidad de reacción y una generación extremadamente baja de residuos.

Descripción: El proceso consiste en las siguientes etapas :

- Hidrocloración de Metanol, para formar Cloruro de Metilo
- Cloración de Cloruro de Metilo, para formar Clorometanos superiores
- Rectificación de Productos

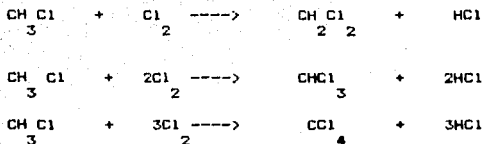
Etapas de Hidrocloración: La reacción procede como sigue :



El metanol que es vaporizado previamente, se alimenta al reactor en relación óptima con HCl, el CH_3Cl , de esta forma obtenido es lavado con agua y una solución de sosa caustica para remover las pequeñas cantidades de metanol y HCl que no reaccionaron y es nuevamente lavado con ácido sulfúrico concentrado para remover los residuos de éter dimetilico y agua.

Después de estos tratamientos, el CH_3Cl purificado es licuado y una parte es usada como producto y otra es llevada a una siguiente etapa de cloración para una nueva reacción.

Etapas de Cloración: El CH_3Cl reacciona con el cloro en fase líquida bajo condiciones moderadas para formar clorometanos superiores como sigue :



Por control de las condiciones de reacción y la relación de la alimentación se producen proporciones deseadas de productos.

Los efluentes del reactor son alimentados a una columna de destilación donde el HCl es separado para ser usado en la reacción de hidrocioración de metanol.

La mezcla líquida de clorometanos obtenida de los fondos de la columna es alimentada a una torre subsecuente para separar el CH_3Cl sin reaccionar por el domo y recircularlo al reactor de cloración. La mezcla obtenida de los fondos de la columna es enviada a la sección de rectificación.

Etapas de Rectificación: La mezcla de productos (CH_2Cl_2 , CHCl_3 y CCl_4) es alimentada a un tren de columnas de rectificación dispuesto convenientemente, para así obtener los productos purificados.

Datos de Consumo: Los consumos específicos de materias primas y servicios, varía de acuerdo a la relación de producción de clorometanos.

Los siguientes consumos están calculados para una T.M. de mezcla de productos en dos proporciones:

	RELACION	CH ₂ Cl/CHCl ₃
	80/20	50/50
CH ₂ Cl/CHCl ₃	800/200	500/500
Metanol	0.37	0.36
Cloro	0.92	1.17
Vapor de 3 Kg/cm ² (Ton.)	1.80	1.48
Agua de Enf. t=10°C (m ³)	160	160
Potencia (KWH)	185	180

El Diagrama 4. Muestra el Diagrama de procesamiento para la tecnología en cuestión.

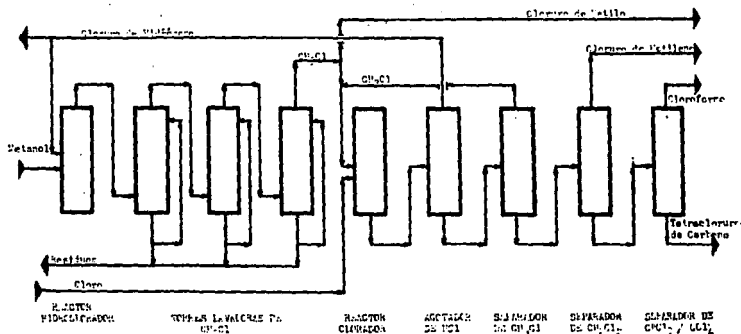


DIAGRAMA 4. PROCESO TECNOLÓGICO DE TETRA, S. SIDA, Co. LTD.

4.- MERCADO DE LAS MATERIAS PRIMAS

4.1. Las Materias Primas.- De las Tecnologías de producción discutidas en el Capítulo anterior, podemos observar que las materias primas básicas son, independientemente del proceso que se utilice, las siguientes :

- Metanol
- Metano
- Cloruro de Hidrógeno
- Cloro

El Cuadro 14, Muestra las especificaciones requeridas para cada uno de los anteriores:

CUADRO 14. ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS

<u>MATERIAL</u>	<u>FASE</u>	<u>PUREZA</u>	<u>OTRAS</u>
Metanol	Líquido	99.91	-
Metano	Gas	95.00	-
HCl	Gas	99.90 min.	Anhidro
Cloro	Líquido	99.90 min.	6 kg\cm ²
Cloro*	Gas	95.00 min.	-

*Para procesos de cloración térmica.

NOTA: Las Propiedades Físicas y Fisicoquímicas se remiten a los Apéndices.

4.2. Situación de la Industria de las Materias Primas.- Se realizó una investigación sobre los principales productores de las materias primas, con objeto de establecer una localización

del mercado de las mismas; encontrándose la siguiente distribución de Plantas Productoras :

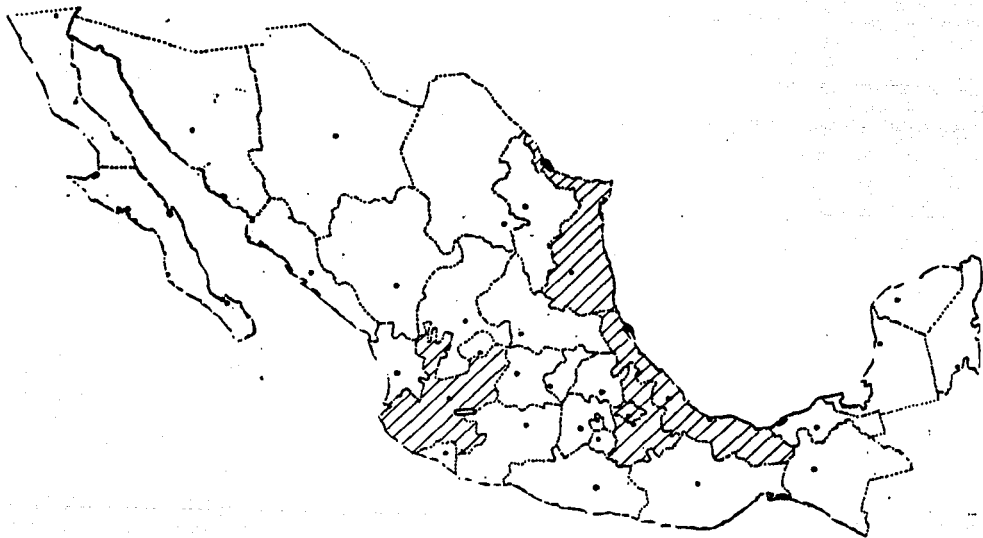
CUADRO 15. PRODUCTORES DE MATERIAS PRIMAS

PRODUCTOR	MATERIAL	UBICACION
PEMEX	Metanol	San Martín Texmelucan, Pue. Cosoleacaque, Ver.
	Metano	Red de Gaseoducto del País
CYDSA	Cloro	Altamira, Tamps. Tlalnepantla, Méx.
		Ecatepec, Méx.
TEHUANTEPEC	Cloro	Ecatepec, Méx.
FERTIMEX	Cloro	Coatzacoalcos, Ver. Salamanca, Gto.
		Ecatepec, Méx. Guadalajara, Jal.

El Cloruro de Hidrogeno, dado que es utilizado exclusivamente en reacciones de hidrocioración y es producido en la subsecuente etapa de cloración, se recircula para ser usado como materia prima.

La distribución geografica de los diferentes centros de abastecimiento de materias primas se muestra en el MAFA No. 2.

MAPA No. 2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS CENTROS DE ABASTO.



4.3. Distribución y Comercialización.— se realizó una investigación respecto a los canales y políticas de comercialización y distribución de acuerdo a los diferentes productores, encontrándose la siguiente información :

Metanol: Este producto, dado que es producido exclusivamente por Petróleos Mexicanos, puede adquirirse mediante un contrato en el que se estipula el programa de abasto de acuerdo a las condiciones que fije la paraestatal.

El transporte del material puede ser realizado por conducto o bien por transporte de PEMEX, con un respectivo cargo adicional. El volumen mínimo de compra es de 10 toneladas.

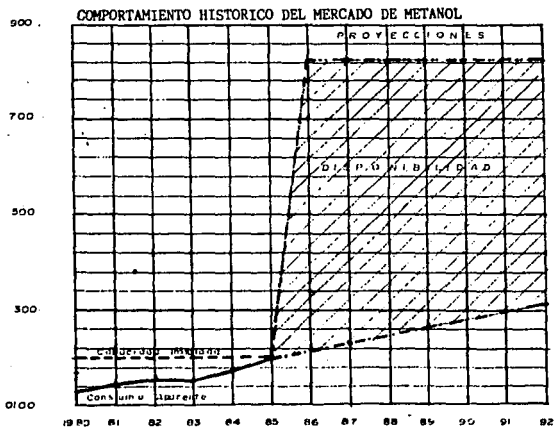
Metano: Al igual que el Metanol, este producto es producido exclusivamente por PEMEX, bajo las mismas políticas de abasto, siendo adicional para su compra, contar con una red externa desde la planta hasta el troncal mas cercano.

Cloro: Para la adquisición de este producto, es conveniente establecer, también, un contrato de compra, sobre todo, si son requeridos grandes volúmenes. Puede adquirirse en Tanques Pipa de 50 toneladas o bien en cilindros de una tonelada de capacidad.

CUADRO 16. DATOS DE MERCADO PARA METANOL.

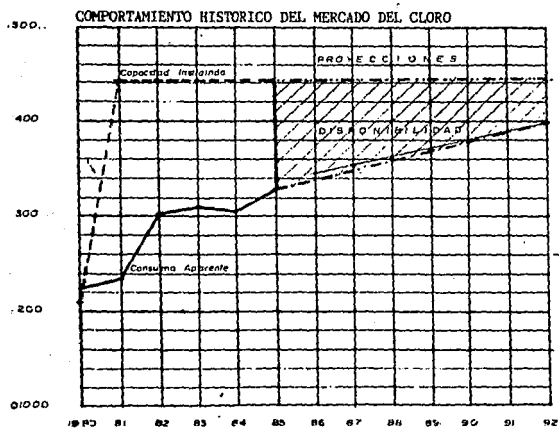
	1980	1981	1982	1983	1984
Producción	173,561	179,667	191,321	205,585	196,846
Importación					
Exportación	46,160	30,380	38,286	53,012	27,497
Consumo aparente	127,461	149,287	153,035	150,573	169,349
Capacidad instalada	171,500	171,500	171,500	171,500	171,500

FUENTE: Anuario Estadístico de ANIQ 1985.



CUADRO 17. DATOS DE MERCADO PARA CLORO.

	1980	1981	1982	1983	1984
Producción	169,735	240,970	300,045	301,310	296,790
Importación	54,606	14,524	1,270	7,234	2,780
Exportación	2	—	260	331	270
Consumo Aparente	224,359	255,494	301,055	310,895	301,300
Capacidad Instalada	206,000	441,050	441,050	441,050	441,050



4.4. Capacidad Instalada, Producción y Consumo de Materias Primas.— El perfil que presentan los valores históricos de Capacidad Instalada, Producción y Consumo de las diferentes materias primas, se presenta en los Cuadros 16 y 17. Por otro lado, las cifras de Capacidad Instalada para el año de 1985 de las diferentes materias primas se resumen en el Cuadro 18.

CUADRO 18. CAPACIDAD INSTALADA DE METANOL, METANO Y CLORO PARA EL AÑO DE 1985, EN MEXICO.

<u>MATERIAL</u>	<u>CAPACIDAD INSTALADA</u> <u>(Ton\Año)</u>
Metanol	171,500
Metano	14'883,076
Cloro	441,050

FUENTE: Anuario de la Asociación Nacional de Industriales de la Química, ANIQ, 1985.
PEMEX, Informe Anual , 1986.

Comparando la información anterior con la presentada en el Cuadro 19. que contiene los datos de Producción, Capacidad Instalada, Consumo y Disponibilidad en el año de 1985, se observa cierta disponibilidad para Metanol y Cloro y la suficiente de Metano, para establecer una planta productora de clorometanos en México.

CUADRO 19. PRODUCCION, CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO Y DISPONIBILIDAD
DE MATERIAS PRIMAS EN MEXICO PARA 1985. (TON/AÑO)

<u>MATERIAL</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CAPACIDAD INSTALADA</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>DISPONIBILIDAD</u>
Metanol	171,500	196,846	169,349	27,497
Metano	15,313,852	20,448,360	13,159,916	1,153,930
Cloro	298,730	441,050	301,300	139,750

FUENTE: Anuario de la Asociación Nacional de Industriales de la
Química. ANIQ, 1985.

4.5. Proyección de la Demanda de Materias Primas.- La proyección de la demanda de materias primas, se realizó con base en los datos históricos mostrados en los Cuadros 16 al 17., utilizando para ello el método de regresión por mínimos cuadrados; el Cuadro 20, muestra las cifras para este respecto.

4.6. Proyección de la Capacidad Instalada.- Una investigación en el archivo de la Gerencia de Petroquímica de PEMEX, al 31 de Diciembre de 1985, indicó que existen proyectos para instalar plantas productoras de Metanol y Cloro con capacidades de 825,000 T/A respectivamente, siendo la planta de metanol quien arrancara en el año de 1986, mientras que el proyecto de la planta de cloro fué suspendido. Por lo que se refiere al Metano se tiene que las reservas probadas para Gas Natural, del cual es el principal componente, se estiman en 76 Billones de pies cúbicos.

4.7. Disponibilidad Proyectada de Materias Primas.- Con los datos de proyección de capacidad instalada y de la demanda de materias primas, se calculó la disponibilidad proyectada de las mismas, según se consigna en el Cuadro 21 .

De lo anterior se puede argumentar que las proyecciones realizadas presentan un panorama alentador, pues de los resultados obtenidos. Se entiende que existe capacidad para satisfacer las necesidades del proyecto.

CUADRO 20.- PROYECCION DE LA DEMANDA DE MATERIAS PRIMAS (TON/AÑO).

<u>MATERIAL</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1992</u>
METANOL	234,781	251,130	167,480	283,829	300,178	316,527
METANO	10,676	10,294	9,902	9,530	9,148	8,766
CLORO	350,255	360,095	369,935	379,775	389,615	399,455

NOTA: LOS VALORES PARA METANO SE ENCUENTRAN EN MILES DE TONELADAS POR AÑO.

4.8. Análisis de Precios.- Considerando que para el proyecto en cuestión, resulta indispensable adquirir las materias primas de los productores mismos y que de acuerdo a una investigación personal con los diferentes productores de las materias primas, se presenta el siguiente cuadro de precios a Diciembre de 1986.

CUADRO 22. PRECIOS DE ADQUISICION DE LAS MATERIAS PRIMAS A DICIEMBRE DE 1986 (PESOS/KG).

<u>PRODUCTO</u>	<u>PRECIO</u>
Metanol	70.00
Cloro	139.54
Metano	95.00

NOTA: Los precios no incluyen el impuesto al Valor Agregado.
No existe diferencia en los precios de venta entre Productor y Productor, por acuerdos comerciales.

CUADRO 21.- DISPONIBILIDAD PROYECTADA DE MATERIAS PRIMAS (TON./AÑO)

<u>MATERIAL</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	<u>1992</u>
METANOL	788,657	772,307	739,609	723,260	706,910	690,561
METANO	90,795	80,955	71,115	61,275	51,435	41,597
CLORO	9,772	10,154	10,536	10,918	11,300	11,682

NOTA: LOS VALORES PARA METANO SE ENCUENTRAN EN MILES DE TONELADAS POR AÑO

5. CAPACIDAD Y LOCALIZACION DE LA PLANTA

5.1. Principales Factores que Determinan la Capacidad de la Planta.— En el presente inciso se analizan aquellos factores que determinan, o bien en su caso, limitan el tamaño que deberá tener la Planta; los cuales pueden ser englobados bajo los siguientes puntos de vista :

- Disponibilidad de Materias Primas
- Disponibilidad Tecnológica
- Disponibilidad de Recursos Económicos
- Demanda del Producto

5.1.1. Disponibilidad de Materias Primas.— De acuerdo a los consumos específicos requeridos, se calculó la capacidad posible de la planta considerando relaciones de producción de acuerdo al consumo de los productos y considerando para ello la menor disponibilidad de materias primas en base a los datos del capítulo anterior; de esta manera se pretende efectuar el análisis utilizando parámetros críticos. El siguiente cuadro 23 presenta una relación de las capacidades que podría tener la planta en los términos anteriormente expuestos; de esta forma se puede observar que es el Cloro quien limitaría la capacidad, pues para este material, la menor disponibilidad proyectada es de 41,595 toneladas por año para el período de 1992, lo que restringiría a proyectar una capacidad máxima de 35,583 toneladas anuales. Obteniéndose con esto un déficit para el quinto período de operación de la planta de 3,507 toneladas con respecto a lo proyectado; no obstante no debe considerarse arriesgado el

pretender una capacidad que satisfaga las necesidades proyectadas, dado que la diferencia requerida en el acopio de Cloro, puede lograrse incrementando, el precio que hay que pagar para su adquisición.

CUADRO 23. CAPACIDAD MAXIMA DE LA PLANTA EN TERMINOS DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS (TONELADAS)

<u>MATERIAL</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>DISPONIBILIDAD CRITICA</u>	<u>CAPACIDAD DE LA PLANTA</u>
Metanol	0.349	27,499	78,788
Cloro	1.169	41,597	35,583
Metano	0.146	9'772,474	66'934,753

NOTA: El consumo esta basado en una tonelada de mezcla de productos.

5.1.2.- Disponibilidad Tecnológica.- Desde este punto de vista puede asegurarse que para el proyecto en cuestión no se encuentran argumentos de peso que limiten la capacidad de producción de la nueva planta, pues como se pudo observar en el capítulo tres no existe ninguna restricción sobre el nivel de producción para cada una de las tecnologías expuestas; las diferentes estrivan unica y exclusivamente, en características inherentes a la naturaleza de los procesos.

5.1.3.- Disponibilidad de Recursos Económicos.- Es importante mencionar, a este respecto, que en los tiempos de inflación que

vivimos, resulta sumamente relativo definir alguna política o sistema de captación de recursos económicos, dado que los costos y el valor del dinero cambian radicalmente en períodos cortos de tiempo; v.g.r., un proyecto industrial a gran escala, suele terminarse en un período de 18 a 24 meses; el ajuste inflacionario puede llegar a ser hasta de un 200% de lo previsto en el estudio de factibilidad, de lo anterior, resulta que la minuciosidad en el estudio y análisis de estos aspectos nos llevaría a establecer un modelo iterativo para llegar a obtener resultados aún no muy precisos, por estas razones, se supone para el presente proyecto que existirán recursos económicos suficientes para su realización.

5.1.4.- Demanda del producto.- En virtud del razonamiento anterior, se determina estimar el tamaño de la planta en función de las necesidades del mercado de consumo, que permitan una autosuficiencia en lo que a productos Clorometanos se refiere, con la posibilidad de expandir el mercado a un futuro de cinco años de así requerirse.

En conclusión, la planta será proyectada con una capacidad máxima de 39,090 toneladas por año, considerando para el proyecto un tiempo de vida de cinco años, un factor de operación de 330 días/año, 7 días/semana y 24 horas/día . esto lo define en gran parte el tipo de proceso.

El Cuadro 24. muestra el programa de producción para la planta en proyecto.

CUADRO 24. PROGRAMA DE PRODUCCION PARA LOS PRIMEROS CINCO ANOS
DE OPERACION DE LA PLANTA (TON/DIA)

<u>PRODUCTO:</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Cloruro de Metilo	4.24	4.42	4.60	4.79	4.97
Cloruro de Metileno	20.36	20.52	20.67	20.82	20.97
Cloroformo	11.67	12.27	12.86	13.48	14.05
Tetracloruro de Carbono	54.35	50.33	55.41	72.42	78.45
T O T A L E S	90.63	97.53	104.54	111.51	118.45

5.2. Localización de la Planta.- El análisis de los factores que se consideraron como primordiales, para la localización de la planta, se fundamentó en el marco Oficial contenido en el Plan Nacional de Desarrollo y cuyos decretos se consignan en el Distrito Oficial de la Federación del Miércoles 22 de Enero y Martes 25 de Noviembre de 1986; en los cuales se establecen los estímulos fiscales para fomentar el empleo, la inversión en actividades industriales prioritarias y el desarrollo regional, así como el establecimiento de las zonas geográficas para la desconcentración industrial y el otorgamiento de estímulos.

5.2.1.- Localización de los Mercados de Consumo y Abasto.- En Capítulo dos se estableció que la distribución de las zonas de consumo de Clorometanos, se encuentra concentrada, fundamentalmente, en la Zona Norte que comprende los estados de Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas; la Zona Pacífico con los estados de Jalisco y Sonora y la Zona Centro con los estados de Guanajuato, Querétaro, México, D.F., Tlaxcala, Puebla y Morelos.

Por otro lado, la distribución del mercado de materias primas, se localiza principalmente en las Zonas Centro, Golfo y Pacífico; en los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Tamaulipas, Veracruz y Jalisco.

De esta forma podríamos considerar la idea tentativa de localizar la planta en la Zona Centro de la República, no obstante, el análisis no es suficiente para tomar decisión.

5.2.2.- Análisis de Distancias.- Dentro de este contexto geográfico, se determinaron 16 ciudades representativas para efectuar una primera selección.

Dada la importancia que presenta para el proyecto contar con un equilibrio en las facilidades de acceso tanto a centros de consumo, como a los de abasto de materias primas, el primer criterio de selección fué determinar las 10 ciudades con mayor facilidad de acceso al mercado de consumo, por medio de un análisis de distancias, como se resume en el Cuadro 25, encontrándose que los sitios más estratégicamente localizados serian en orden de prioridad :

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| - Querétaro, Qro. | - Lerma, Méx. |
| - San Juan del Rio, Qro. | - Guadalajara, Jal. |
| - Irapuato, Gto. | - CIVAC, Mor. |
| - Tlalnepantla, Méx. | - Tlaxcala, Tlax. |
| - Ecatepec, Méx. | - Puebla, Pue. |

El análisis consistió en sumar las distancias entre todo los puntos y contener el promedio; como se consigna en el cuadro mencionado.

A partir de esto, se realizó un análisis de distancias de los 10 puntos seleccionados a los centros de abasto de materias primas, para tal efecto se procedió de igual forma que para el análisis anterior.

CUADRO 25. DISTANCIA ENTRE LOS PRINCIPALES CENTROS DE CONSUMO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	737	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1,112	882	375	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1,000	1,230	1,440	1,818	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1,040	1,270	1,423	1,878	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	980	1,210	1,440	1,798	20	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	640	870	1,150	1,470	390	365	390	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	673	443	1,145	1,520	572	654	572	244	-	-	-	-	-	-	-	-
10	653	883	1,230	1,605	211	193	211	172	361	-	-	-	-	-	-	-
11	700	933	1,280	1,656	160	140	160	222	410	50	-	-	-	-	-	-
12	1,000	1,230	1,525	1,900	85	149	85	468	657	246	246	-	-	-	-	-
13	85	315	822	1,997	949	931	949	731	750	738	708	1,034	-	-	-	-
14	1,127	1,357	1,667	1,942	127	191	127	510	699	398	268	212	1,076	-	-	-
15	1,766	1,990	1,939	2,314	2,000	1,989	2,000	1,679	1,435	1,795	1,846	2,082	1,851	2,134	-	-
16	1,114	1,344	1,854	1,959	114	178	114	497	686	325	375	199	1,036	28	2,121	-
Σ	12,057	14,687	18,127	24,216	10,173	10,418	10,113	9,798	10,729	9,062	9,253	11,178	14,060	11,723	28,952	11,644
h	808.6	917.9	1,132.9	1,513.5	635.8	651.1	632.0	612.4	670.6	566.4	578.3	698.6	878.6	732.7	1,809.8	727.6

El Cuadro 26, muestra el análisis efectuado, encontrándose que los sitios mas estratégicamente localizados desde este punto de vista son, en orden de prioridad :

- Ecatepec, Méx.
- Tlaxcala, Tlax.
- Puebla, Pue.
- Tlalnepantla, Méx.
- Lerma, Méx.
- CIVAC, Mor.
- San Juan del Río, Qro.
- Querétaro, Qro.
- Irapuato, Gto.
- Guadalajara, Jal.

Con intención de seleccionar las ciudades que presenten mayor equilibrio en cuanto a accesibilidad a los mercados, se sumaron los promedios de distancias a los centros de consumo y abasto, y se promediaron nuevamente, tal y como se resume en el Cuadro 27., encontrándose el siguiente orden de prioridad :

- Ecatepec, Méx.
- Tlalnepantla, Méx.
- San Juan del Río, Qro.
- Querétaro, Qro.
- Lerma, Méx.
- Tlaxcala, Tlax.
- Puebla, Pue.
- CIVAC, Mor.

CUADRO 26. ANALISIS DE DISTANCIAS DE LAS 10 CIUDADES ELEIDAS A LOS PRINCIPALES CENTROS DE ABASTECIMIENTO

	PUEBLA	COSALECACQUE	ALTAMIARA	TLAXNEPANTLA	ECATEPEC	CONTRAZACOLCOS	GUADALAJARA	SUPATORIA	PROMEDIO
7 QUERETARO	338	922	604	210	230	943	361	3,609	515.4
6 SAN JUAN DEL RIO	288	872	654	160	180	896	411	3,461	494.4
IRAPUATO	510	1094	897	383	400	1118	244	4,346	620.9
TLAXNEPANTLA	127	711	520	-	20	738	572	2,688	383.6
1 ECATEPEC	100	590	540	20	-	718	890	2,555	365.0
4 LERMA	191	775	584	60	80	789	554	3,043	434.7
GUADALAJARA	699	1283	751	872	590	1307	-	5,202	743.1
5 CIVAC	212	796	608	85	100	820	657	3,275	467.9
2 TLAXCALA	28	594	494	114	95	618	606	2,629	375.6
3 PUEBLA	-	584	522	127	100	608	599	2,640	377.1

CUADRO 27. SUMAS DE PROMEDIOS DE DISTANCIA A CENTROS DE CONSUMO Y ABASTO

	<u>PROMEDIO DE</u> <u>DISTANCIA C.C.</u>	<u>PROMEDIO DE</u> <u>DISTANCIA C.A.</u>	<u>PROMEDIO</u> <u>TOTAL</u>	<u>CLASIFICACION</u>
Ecatepec	635.8	365.0	500.4	1
Tlaxcala	727.8	375.6	551.7	6
Puebla	732.7	377.1	554.9	7
Tlalnepantla	632.0	383.6	507.8	2
Lerma	651.1	434.7	542.9	5
CIVAC	698.6	467.9	583.3	8
San Juan del Rio	578.3	494.4	536.4	3
Queretaro	566.4	515.4	540.9	4
Irapuato	612.4	620.9	616.7	9
Guadalajara	670.6	743.1	706.9	10

NOTA: C.C. = CENTRO DE CONSUMO
C.A. = CENTRO DE ABASTO

- Irapuato, Gto.
- Guadalajara, Jal.

De la relación anterior, podemos elegir, de entre las ocho primeras ciudades clasificadas, cuatro de ellas, para esto, antes debemos mencionar que las localidades de Ecatepec, Ilaínepantla, Lerma y CIVAC se encuentran sumamente concentradas por plantas industriales, dado que en el entorno de estas cuatro ciudades se concentra el 42.8% del total de plantas químicas del País, según datos recientes proporcionados por ANIQ, y no obstante encontrarse en excelente ubicación respecto al mercado de consumo y de materias primas, resultaría inadecuado localizar la planta dentro de estas regiones, pues se pretende estar de acuerdo con los programas de desconcentración industrial, tal y como lo estipula el Plan Nacional de Desarrollo. De lo anterior, las cuatro alternativas restantes son :

- San Juan del Río, Qro.
- Querétaro, Qro.
- Tlaxcala, Tlax.
- Puebla, Pue.

A continuación se presentan las características más importantes para cada una de las cuatro alternativas seleccionadas, así como un estudio ponderado de factores locacionales.

5.2.3.- Marco Oficial para la Ubicación de la Planta.-

Considerando los documentos mencionados al inicio de este apartado se tiene que los productos clorados del metano, son

clasificados, como actividad industrial, en la Categoría 2, en el inciso 2.1.2. "Insumos para la Industria Química", en el apartado 2.1.2.7. "Producción de Especialidades Químicas con Permiso Petroquímico de Derivados Petrolíferos". Mientras que el Acido Muriático y el HCl Anhidro, que son subproductos, se clasifican en la Categoría 1, inciso 1.1.3. "Insumos para el Sector Industrial", en el apartado 1.1.3.5. y 1.1.3.6., respectivamente.

Por otro lado, la distribución de Zonas Prioritarias para el Desarrollo Regional se clasifica en seis Zonas :

- ZONA I. De Máxima Prioridad Nacional
- ZONA II. De Máxima Prioridad Estatal
- ZONA III. De Ordenamiento y Regulación
- ZONA III-A. De Crecimiento Controlado
- ZONA III-B. Area de Consolidación
- ZONA RESTO DEL PAIS

De esta forma, las cuatro ciudades seleccionadas quedan ubicadas como sigue :

- | | |
|--------------------|------------|
| - San Juan del Rio | ZONA I |
| - Querétaro | ZONA I |
| - Tlaxcala | ZONA III-B |
| - Puebla | ZONA III-B |

Las características anteriormente citadas son de gran importancia, dado que en base a ellas se puede determinar la posibilidad de obtener incentivos fiscales, de acuerdo con la tabla siguiente, extraída del Distrito Oficial del Miércoles 22 de Enero de 1986, Cuadro 28.

CUADRO 28. TABLA DE INCENTIVOS FISCALES

ZONAS BENEFICIARIOS	I DE MAXIMA PRIORIDAD NACIONAL	DE MAXIMA PRIORIDAD ESTATAL	III ORDENAMIENTO Y REGULACION		RESTO DEL PAIS
			III-A, AREA DE CRECIMIENTO CONTROLADO	III-B AREA DE CONSOLIDACION	
CATEGORIA 1	30%	20%	NO HAY ESTIMULO	NO HAY ESTIMULO	15%
CATEGORIA 2	20%	15%	NO HAY ESTIMULO	NO HAY ESTIMULO	10%
PEQUEÑA INDUSTRIA	30%	30%	NO HAY ESTIMULO	20%	20%
MICROINDUSTRIA	40%	40%	NO HAY ESTIMULO	30%	30%

De esta información se tiene que las ciudades de Tlaxcala y Puebla no presentan otorgamiento de estímulo fiscal por lo que deben quedar descartadas de nuestro análisis, restanto únicamente las ciudades de San Juan del Río y Querétaro. Estas dos ciudades presentan características muy semejantes en cuanto a mercado de Consumo y Abasto, no obstante la Ciudad de Querétaro, Qro., muestra un mayor desarrollo industrial y social, por esto, resulta más atractivo ubicar la planta en la ciudad de San Juan del Río, pues en ella existe un mayor interés por el proyecto, dado que se incrementaría en un índice mayor la población económicamente activa de la localidad, cabe hacer notar que al instalar una planta industrial en un determinado lugar no debe ser tan solo por intereses o beneficios propios, sino que es muy importante contemplar el beneficio social que se puede proporcionar; no obstante, si la Ciudad de San Juan del Río, Qro., presentara problemas para la ubicación del proyecto; la Ciudad de Querétaro, Qro. sería también un excelente punto de localización.

5.2.4.- Consideraciones Sobre la Microlocalización.- De acuerdo con la conclusión anterior, se realizó una investigación en cuanto a los posibles sitios donde ubicar la planta.

En términos generales, se observó un buen número de terrenos disponibles en el Parque Industrial "Valle de Oro", cuyas características generales a continuación se describen. El Plano 1 muestra el plano general de localización para dicho parque.

PARQUE INDUSTRIAL "VALLE DE ORO"

Ubicación : San Juan del Rio, Qro.

Areas :

Total 2'700,000 m2.

Vendible 1'750,000 m2

De Servicios 500,000 m2.

Verde Todos los limites de la zona

Vivienda 200,000 m2

Lotificación: Desde 5000 m2., hasta 40,000 m2

Precio de Venta :

Semi-urbanizado: \$ 2000.00 m2

Urbanizado: \$ 3000.00 m2

Ubicación:

Carreteras: Autopista Mex-Qro. y

Carretera San Juan del Rio-Tequisquiapan

Energia Eléctrica: 13,200 Volts. 60C

Combustibles : Gaseoducto

Agua : Suficiente

Drenaje y Alcantarillado: Tubos de
concreto y alcantarillado de bóveda.

Pavimentos: La Av. Central y la
Constituyentes de asfalto, el resto es
empedrado sobre piso firme de tepetate.

Transporte: Servicio de autobuses local
y foraneo, así como ferrocarril.

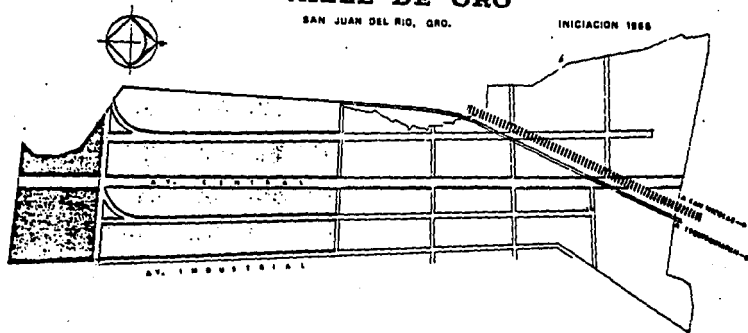
Cuenta ademas con telefonos, telegrafos
y Correos.

PLANO 1.- PLANO DE LOCALIZACION

FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL VALLE DE ORO

SAN JUAN DEL RIO, GRO.

INICIACION 1966



- FERROVIARIO
- ZONA URBANA
- ZONA INDUSTRIAL

NOTA: Los datos, así como el mapa de localización, fueron tomados del libro "Parque Industrial de México" SECOFI, 1980.

6. INGENIERIA DEL PROYECTO

La ingeniería del proyecto para la nueva planta, que denominaremos propiamente pre-ingeniería, tendrá por objeto llenar tanto la función de aportar la información que permita hacer una evaluación económica del proyecto así como la de establecer las bases técnicas sobre las que se construirá e instalara la planta en caso de que el proyecto demuestre ser económicamente atractivo.

En el presente Capítulo, se analizarán los principales rubros de carácter técnico que es necesario llevar a cabo como parte de la formulación del proyecto; entre los que podemos enumerar los siguientes :

- Selección y Conformación del Proceso
- Balances de Materia y Energía
- Consumos e Insumos
- Maquinaria y Equipo
- Planos Preliminares
- Requerimientos de Personal
- Programa de Construcción, Instalación y puesta en marcha.

6.1. Selección del Proceso.— Con base en la discusión realizada en el Capítulo Tres, se pueden establecer ciertas diferencias que permitan fijar ventajas entre uno y otro proceso de los descritos. Con objeto de sistematizar el análisis, se partió de los siguientes puntos de vista :

- Materias Primas

- Complejidad de Operación
- Servicios Auxiliares

6.1.1.- Materias Primas.- A este respecto, podemos destacar en los términos discutidos en el Capítulo Cuatro, que la dificultad de acopio es más notoria para el Cloro, pues como se estableció, éste es quien limita la capacidad de la planta, además de ser un requerimiento común para cualesquier proceso que se utilice. El segundo lugar en dificultad de acopio lo ocupa el Metanol, no obstante, su disponibilidad es suficiente; y en tercer lugar se encuentra el Metano, quien no presenta dificultad en su disponibilidad, más si en su pureza dado que requiere ser separado del gas natural que lo contiene.

6.1.2.- Complejidad de Operación.- Independientemente de las materias primas que se utilicen, las dificultades de operación recaen, principalmente en el mecanismo de reacción seleccionado, de entre los descritos, se encuentran los procesos en fase de vapor térmicamente iniciados y los procesos en fase líquida por vía catalítica, cuyas diferencias más importantes se destacan a continuación :

- Los procesos en fase de vapor térmicamente iniciados ocurren a temperaturas elevadas (450°C) lo que origina una mayor posibilidad de formación de subproductos del tipo C2 y C3, en estos casos, el control de la temperatura se efectúa por medio de grandes cantidades de disolvente; además de presentar un gran peligro de explosión por la presencia de gas cloro; finalmente los requerimientos de energía son elevados para este tipo de

sistemas por demandar una gran cantidad de vapor, así como requerir de un buen número de etapas de compresión.

Por el contrario, los sistemas que operan en fase líquida ocurren a temperaturas moderadas originando una mayor pureza y estabilidad de productos, así como grandes facilidades de control y seguridad.

6.1.3.- Servicios Auxiliares.- Los requerimientos de servicios auxiliares como son vapor, agua de enfriamiento y potencia eléctrica se incrementan en la misma medida que las condiciones de operación; es de suponerse que los procesos que operan bajo condiciones severas, demandarán un mayor consumo de servicios auxiliares; como se puede ver en el Cuadro 29, en el que dos procesos que parten de las mismas materias primas, por el hecho de diferir en sus condiciones de operación, acusan una gran discrepancia en sus requerimientos de servicios auxiliares para las mismas relaciones de producción.

De esta forma se tiene que los requerimientos de servicios auxiliares para el proceso desarrollado por Tokuyama Soda, Co. Inc., son de un 49% menores que los demandados por el proceso de Vulcan Materials, Co.

En virtud de la discusión anterior, se considera adecuado utilizar la tecnología patentada por Tokuyama Soda, Co. Inc. LTD para la nueva planta.

6.1.4.- Estimado de Inversión.- Para fines de selección se determinó un estimado de inversión en el límite de baterías.

CUADRO 29. TABLA COMPARATIVA DE CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES
(BASADO EN UNA TONELADA DE MEZCLA).

T E C N O L O G I A

<u>SERVICIO</u>	<u>VULCAN MATERIALES</u>		<u>TOKUYAMA SODA</u>	
	<u>ESPECIFICACION</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>ESPECIFICACION</u>	<u>CONSUMO</u>
Vapor	5 Kg./cm ² .	473 T/D	3 Kg./cm ² .	249 T/D
Agua de Enf.	t=15 C	1712M ³ /H	t=10 C	790M ³ /H
Pot. Elect.	f=0.99	1739KWH/H	f=0.99	913KWH/H

utilizado para ellas un método corto de estimación desarrollada por J.L. Viola y publicada en la revista Chemical Engineering de Abril 06 de 1981. El cual se basa en la construcción de bloques de etapas de operación principal tomadas del diagrama de flujo del proceso así como del balance de materia obteniendo con esta un factor de complejidad de la planta que correlacionada con la capacidad de la misma arroja un estimado de inversión.

El Cuadro 30 resume los resultados obtenidos para los factores calificados en los cuatro aspectos anteriormente expuestos; otorgándose una calificación de 1 a 4 para cada uno de los aspectos atados, la suma de las calificaciones otorgadas nos dirá cual de las tecnologías es más conveniente utilizar.

6.2.- Conformación del Proceso.- En esta sección describiremos las características fundamentales de las principales operaciones involucradas en la tecnología seleccionada. El DIAGRAMA 7, muestra el diagrama general de operaciones para el proceso tecnológico de producción de Clorometanos, patentado por la firma Tokuyama Soda. Co. Inc. LTD.

La primera de las etapas consiste en el Almacenamiento de Materias Primas, que consta de un conjunto de tanques para Cloro y Metanol, con una capacidad tal, que satisfaga los requerimientos de inventario mínimo económico.

De aquí, el Metanol es transportado hasta un reactor hidroclicador catalítico de lecho fijo, de operación adiabática, previamente vaporizado en un equipo de coraza y tubos, para reaccionar con Cloruro de Hidrógeno en fase de vapor y así formar

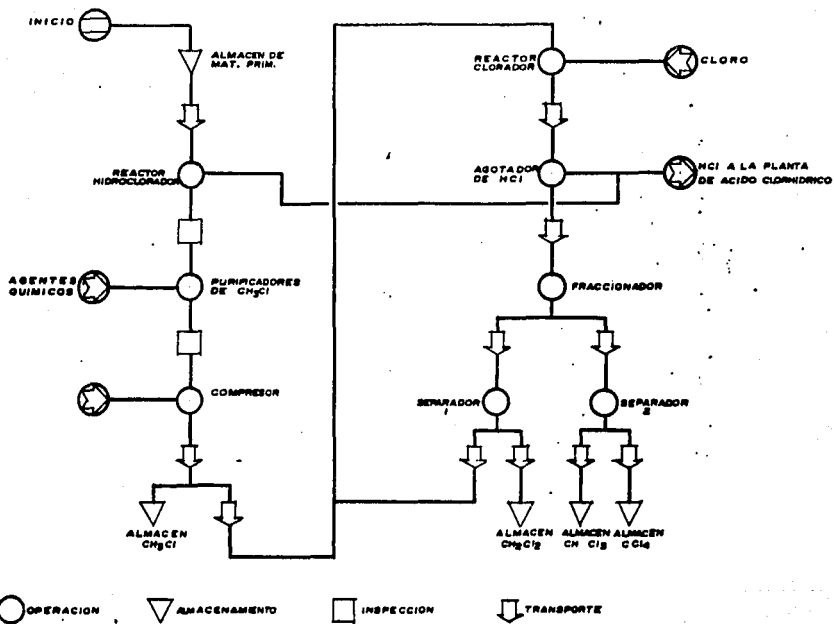
CUADRO 39. TABLA DE EVALUACION PARA LA SELECCION DEL PROCESO

TECNOLOGIAS

	I		II		III		IV	
	Nacionales		Nacionales		Nacionales		Nacionales	
Materias Primas								
Disponibilidad	Adecuada	3	Adecuada	3	Adecuada	3	Adecuada	3
Pureza	Satisfactoria	3	No Satisfactoria	1	Satisfactoria	3	Satisfactoria	3
Etapas de Reaccion	Dos		Una		Dos		Dos	
Rendimiento	Bueno	2	Bueno	2	Bueno	2	Excelente	3
Cinetica	Termica/Catalitica	2	Termica	1	Catalisis/Termica	2	Catalisis/Catalitico	3
Condiciones de Operacion	Severas	2	Severas	1	Severas	1	Poco Severas	3
Etapas de Purificacion	11	1	6	1	4	4	6	2
Pureza de Productos	Buena	2	Regular	3	Regular	1	Muy Buena	3
Materiales de construccion	80%	2	100%	1	100%	1	80%	
Costos (C)								
Requerimiento de S.R.	Alto	1	Alto	1	Alto	1	Mucho menor que	
Estimado de Inversion en el							1, 2 y 3	
limite de Baterias MN. DLS.	14	2	14	2	9	3	9	
	S U M A	20		16		21		

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

DIAGRAMA 7.- DIAGRAMA GENERAL DE OPERACIONES



Cloruro de Metilo, Agua y algunas trazas de Eter dimetilico; estos productos y una pequeña parte de reactantes que no reaccionaron (5%) salen del reactor a una temperatura de 120°C aproximadamente, para ser alimentados a un tren de torres lavadoras en donde es purificado el Cloruro de Metilo por la acción de Agua, Sosa Liquida al 50% y Acido Sulfúrico concentrado. El Cloruro de Metilo puro es licuado en un sistema tipo Linde desde la presión atmosférica hasta 25 kg/cm². de aquí una parte es enviada al almacén de producto terminado y otra es utilizada como materia prima para reaccionar con Cloro Liquido en un reactor catalítico de lecho fijo, de operación isotérmica (95°C) y 20 kg/cm². de presión; los efluentes son productos líquidos a las condiciones anteriores, constituyendo una mezcla formada por Cloruro de Metileno, Cloroformo, Tetracloruro de Carbono, HCl como subproducto y una pequeña cantidad de CH₃Cl que no reaccionó; esta corriente es enviada a una torre agotadora de HCl, obteniéndose por el domo Cloruro de Hidrógeno básicamente puro que será reciclado al reactor hidrociorador y el exceso será enviado a una planta de ácido muriático; la operación de la torre será a 19 kg/cm². de presión, suficiente para vencer al cabezal requerido aguas arriba; la mezcla de Clorometanos superiores obtenida por el fondo de esta torre es alimentada a un separador que opera a 5 kg/cm² obteniéndose por el domo el Cloruro de Metilo que no reacciona para ser reciclado y por el fondo una corriente formada por el CH₂Cl₂, el CHCl₃ y por el CCl₄, esta es alimentada a un separador subsecuente para obtener por el domo Cloruro de Metileno puro, mientras que la corriente del fondo alimenta a un separador de Cloroformo y Tetracloruro de Carbono

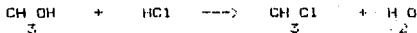
prácticamente puros; estos dos últimos separadores son de operación atmosférica. Los productos así obtenidos son enfriados y enviados a sus respectivos tanques de almacenamiento. El DIAGRAMA B. muestra el diagrama tecnológico de procesamiento.

6.3.- Balances de Materia y Energía.- Los balances de materia y energía fueron realizados tomando como bases de cálculo las siguientes :

Capacidad de la Planta (Tons. año)	39090
Factor de Operación : 330 días/año, 24 Hrs./día	
RELACIONES DE PRODUCCION : (Kg. /Hr.)	
Cloruro de Metilo	208.333
Cloruro de Metileno	875.000
Cloroformo	583.333
Tetracloruro de Carbono	3291.667
Rendimiento Teórico	95.00%

El Cuadro 31, resume los resultados del balance de materia para las condiciones anteriores, sabiendo que las reacciones involucradas son :

Hidrocioracion de Metanol :



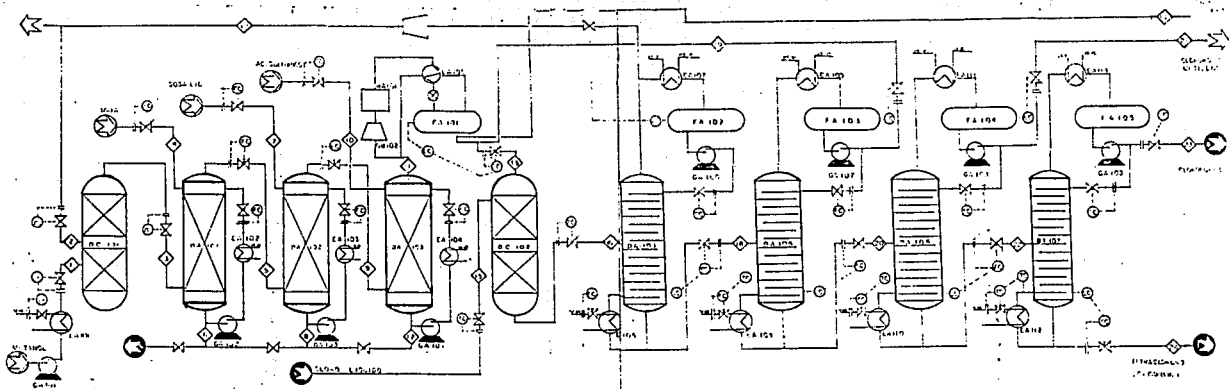


DIAGRAMA 6

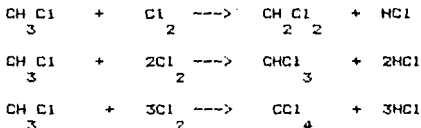
CUADRO No. 31 BALANCE DE MATERIALES

CORRIENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MATERIAL												
METANO	1342.8		24.28			24.28						
CLORO												
HC1		1596.06	30.69		15.30			15.30				
CH ₂ CI			2084.63		2084.63				2084.63		2084.63	
CH ₂ CI ₂												
CHCl ₃												
CCl ₄												
AGUA		740.59	2886.0	3.10	2623.49				3.10		3.10	
C ₂ H ₆ O		2.69		2.69					2.69			2.69
SOSA LIO.						100.21	100.21					
H ₂ SO ₄										171.25		171.25
TOTALES	1342.8	1596.06	2882.88	2886.0	2105.72	2647.77	100.21	115.51	2090.42	171.25	2084.63	117.04

CORRIENTES	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
MATERIAL												
METANO												
CLORO			5944.63									
HC1				1357.13	1357.13	0.127						
CH ₂ CI				36.97	0.07	36.9	36.9					
CH ₂ CI ₂				877.75		873.75	0.036	354.21	344.91			
CHCl ₃	1877.55	207.08		525.83		505.83		585.83	5.833	575.0	575.0	3.0
CCl ₄				3268.75		3268.75		3268.75		3268.0	0.209	3274.54
AGUA												
C ₂ H ₆ O												
SOSA												
H ₂ SO ₄												
TOTALES	1877.55	207.08	5944.63	6122.43	1357.20	4765.35	45.736	4719.49	370.743	384670	575.209	3274.54

Fuente: Programa de producción
de flujo de calculo

Cloración de Cloruro de Metilo :



Por otro lado, los balances de energía indican que la cantidad de calor a suministrar es de 9.5 millones de BTU\Hr. (2.4 millones de Kcal\Hr.); mientras que la carga térmica a remover es de 15 millones de BTU\Hr. (3.78 millones de Kcal\Hr.)

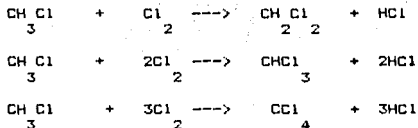
El Cuadro 32 resume los requerimientos de carga térmica a suministrar o a remover para cada uno de los equipos involucrados.

6.4.- Cuantificación de los Consumos e Insumos.- En base a los resultados obtenidos para los balances de Materia y Energía, en este apartado efectuaremos la cuantificación de los requerimientos para los siguientes rubros :

- Materias Primas
- Materiales Auxiliares
- Materiales de Envase
- Servicios Auxiliares

6.4.1.- Requerimientos de Materias Primas.- En virtud de que las Materias Primas básicas para producir Clorometanos por medio del proceso de Tokuyama Soda, Inc. LTD; son Metanol y Cloro, la cuantificación por estos conceptos para los primeros cinco años de operación de la planta se resumen en el Cuadro 33. Por lo

Cloración de Cloruro de Metilo :



Por otro lado, los balances de energía indican que la cantidad de calor a suministrar es de 9.5 millones de BTU\Hr. (2.4 millones de Kcal\Hr.); mientras que la carga térmica a remover es de 15 millones de BTU\Hr. (3.78 millones de Kcal\Hr.)

El Cuadro 32 resume los requerimientos de carga térmica a suministrar o a remover para cada uno de los equipos involucrados.

6.4.- Cuantificación de los Consumos e Insumos.- En base a los resultados obtenidos para los balances de Materia y Energía, en este apartado efectuaremos la cuantificación de los requerimientos para los siguientes rubros :

- Materias Primas
- Materiales Auxiliares
- Materiales de Envase
- Servicios Auxiliares

6.4.1.- Requerimientos de Materias Primas.- En virtud de que las Materias Primas básicas para producir Clorometanos por medio del proceso de Tokuyama Soda, Inc. LTD; son Metanol y Cloro, la cuantificación por estos conceptos para los primeros cinco años de operación de la planta se resumen en el Cuadro 33. Por lo

CUADRO 32. REQUERIMIENTOS ENERGETICOS PARA EL PROCESO
(Millones de BTU/Hr.)

CARGA TERMICA A:			
EQUIPO	CLAVE	SUMINISTRAR	REMOVER
Rehervir de DA104	EA106	4.20	
Rehervir de DA105	EA108	1.24	
Rehervir de DA106	EA110	1.34	
Rehervir de DA107	EA112	1.10	
Vaporizador de Metanol	EA101	1.60	
Reactor Clorador	BC102		7.60
Condensador de DA104	EA107		3.79
Condensador de DA105	EA109		0.17
Condensador de DA106	EA111		2.00
Condensador de DA107	EA113		1.10
Enfriador de DA101	EA102		0.12
Enfriador de DA101	EA103		0.12
Enfriador de DA101	EA104		0.12
T O T A L E S		9.46	14.85

FUENTE: PROGRAMA DE PRODUCCION
DIAGRAMA DE FLUJO
CALCULOS

que se refiere al HCl este no se presenta dado que obtiene como subproducto de la reacción de Cloración y es reciclado como materia prima para la reacción de Hidrocloración.

CUADRO 33. REQUERIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

<u>REQUERIMIENTOS DE METANOL</u>		<u>REQUERIMIENTOS DE CLORO</u>	
<u>TONS/DIA.</u>	<u>TONS/ANO.</u>	<u>TONS/DIA.</u>	<u>TONS/ANO.</u>
31.648	10443.95	106.029	34989.85
33.559	11074.37	115.193	38012.71
35.575	11739.74	124.360	41029.04
37.709	12444.12	135.108	44535.00
41.060	13550.00	145.220	47802.70

FUENTE: BALANCE DE MATERIA
CALCULOS

6.4.2.- Requerimiento de Materiales Auxiliares.- Los materiales auxiliares que serán requeridos en la nueva planta son tanto Sosa Líquida al 50% como Acido Sulfúrico Concentrado. El Cuadro 34 resume los resultados para este concepto.

CUADRO 34. REQUERIMIENTO DE MATERIALES AUXILIARES

<u>ANO</u>	<u>REQUERIMIENTOS DE SOSA</u>		<u>REQUERIMIENTOS DE ACIDO</u>	
	<u>LIQUIDA</u>		<u>SULFURICO</u>	
	<u>TONS/DIA.</u>	<u>TONS/ANO.</u>	<u>TONS/DIA.</u>	<u>TONS/ANO.</u>
1	2.036	671.96	0.316	104.44
2	2.162	713.41	0.336	110.74
3	2.291	755.27	0.356	117.39
4	2.423	801.65 *	0.377	124.44
5	2.645	872.93	0.411	135.50

6.4.3.- **Requerimiento de Materiales de Envase.**- Considerando que un 40% de la producción de los tres últimos clorados será envasada en tambores de 200 Lts. de capacidad y que todo el Cloruro de Metilo se envasará en cilindros con capacidad de 0.8 m³; el cuadro siguiente consigna los requerimientos por estos conceptos para los primeros cinco años de operación de la planta.

CUADRO 35. REQUERIMIENTO DE MATERIALES DE ENVASE

AÑO	TAMBORES	CILINDROS
1	2000	1600
2	1000	-
3	1000	1600
4	1000	-
5	1000	1600

6.4.4.- **Servicios Auxiliares.**- Los Servicios requeridos por la nueva planta, serán suministrados de acuerdo a las especificaciones siguientes :

-Agua de Enfriamiento.- Será suministrada por medio de una Torre de Enfriamiento, el agua de retorno será tratada de así requerirse y será suministrada a una temperatura de 5°C por encima de la temperatura de bulbo húmedo como mínimo, de la localidad de San Juan del Río, Qro.

-Agua de Servicio.- Será suministrada por la red de distribución municipal de la localidad.

-Vapor.- Será suministrada por generadores de Vapor con una

calidad de 0.99 y una presión de 3 kg.\cm2 (man.). El agua de alimentación a los generadores será previamente tratada por una columna de intercambio iónico.

-Energía Eléctrica.- Será requerido un servicio trifásico, que será suministrado por la CFE, de tal forma que el factor de potencia no sea menor a 0.9, no obstante debe contarse con una planta propia para suministrar potencia en caso de fallas en la línea.

-Aire de Instrumentos.- Será suministrado por un compresor a una presión de 5 Kg.\cm2 (man); el aire será previamente tratado por un secador de sílica gel, estimándose un consumo de 0.002 m³/min. unidad (del Standard Plant Operators Manual).

De esta forma, el Cuadro 36 contiene los requerimientos para cada uno de los servicios.

CUADRO 36. CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES

<u>SERVICIO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>COSTO UNITARIO</u> <u>\$/UNIDAD</u>
Agua	m ³ \Dia	13,700	286.70
Vapor	Ton\Dia	136	5,000.00
Energía Elec.	KWH\Dia	16,300	43.00
Combustibles	Ton\Dia	0.3	18,940.00

FUENTE: Datos de la Tecnología ; Cálculos.

6.5.- Lista de Equipo y Maquinaria.- El equipo y maquinaria que será requerido por la planta, se clasifica de acuerdo al diagrama de operaciones y procesamiento como sigue :

- Equipo de almacenamiento de materias primas y auxiliares.
- Equipo de almacenamiento de producto terminado
- Equipo y maquinaria de proceso
- Equipo de servicios auxiliares

6.5.1.- Equipo de Almacenamiento de Materias Primas y Auxiliares

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>CAPACIDAD</u>
Tanque para almacenamiento de Metanol	6	100 m3
Tanque para almacenamiento de Cloro	18	40 m3
Tanque para almacenamiento de Sosa Liquida al 50%	1	30 m3
Tanque para almacenamiento de Acido Sulfúrico Conc.	1	5 m3

6.5.2.- Equipo de Almacenamiento de Producto Terminado :

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>CAPACIDAD</u>
Tanque para almacenamiento de Cloruro de Metilo	2	35 m3
Tanque para almacenamiento de Cloruro de Metileno	3	80 m3
Tanque para almacenamiento de Cloroformo	2	60 m3
Tanque para almacenamiento de Tetracloruro de Carbono	5	100 m3
Tanque para almacenamiento de Acido Clorhidrico al 20%	11	100 m3

Tanque para almacenamiento de Cloruro de Hidrógeno	10	40 m ³
--	----	-------------------

6.5.3.- Equipo y Maquinaria de Proceso :

Reactores

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>CAPACIDAD</u>
Reactor Hidroclorador	1	(1)
Reactor Clorador	1	(2)

Equipo de Purificación.

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DIMENSIONES</u>
Torres Lavadoras	3	ø:0.8 L: 3.0
Torre Agotadora de HCl	1	ø:1.5 L:14.0
Torre Separadora I.	1	ø:0.8 L: 7.5
Torre Separadora II.	1	ø:1.0 L:30.5
Torre Separadora III.	1	ø:2.0 L:37.7

NOTAS:

- (1) El reactor será diseñado para producir 290 Kg\Hr. de Cloruro de Metilo, el diseño y planos seran proporcionados por la firma licenciadora.
- (2) El reactor será diseñado para una producción como la que se muestra en el balance de materia, el diseño y planos seran proporcionados por la firma licenciadora.

Condensadores

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>AREA (FT²)</u>
Condensador de HCl	2	1163

Condensador del Separador I	1	1193
Condensador del Separador II	2	1416
Condensador del Separador III	1	1285

Rehervidores

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>AREA (FT2)</u>
Rehervidor de Torre Agotadora	2	1000
Rehervidor del Separador I.	1	624
Rehervidor del Separador II.	1	334
Rehervidor del Separador III.	1	258
Vaporizador de Metanol	1	50

Intercambiadores

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>AREA (FT2)</u>
Enfriador de agua de absorción	3	50

Tanques Acumuladores

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>CAPACIDAD</u>
Acumulador del Separador I.	1	1.0 m3
Acumulador del Separador II.	1	3.0 m3
Acumulador del Separador III.	1	2.0 m3

Equipo de Compresión y Bombeo

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>CPM X PSI</u>
Alimentador de Metanol	2	502
Recirculador del Absorbedor I.	2	69
Recirculador del Absorbedor II.	2	69
Recirculador del Absorbedor III.	2	69
Reflujo de Torre Agotadora	2	1400

Reflujo del Separador I.	2	102
Reflujo del Separador II.	2	1500
Reflujo del Separador III.	2	840
Alimentador de Cloro	2	2630
Alimentador de H ₂ SO ₄ conc.	2	63
Alimentador de Sosa Liquida	2	40

Equipo de Licuefacción para Cloruro de Metilo, con capacidad para comprimir 3000 Kg\Hr. desde una presión de 1 Kg\cm². hasta 30 Kg\cm²; provisto de compresor, intercambiador de calor, frigorífico, válvula de expansión, tanque de condensados, tuberías y accesorios.

Planta de Acido Clorhidrico con capacidad para producir 5000 Kg\Hr. de ácido clorhidrico al 20% en peso, compuesta por una torre de absorción, un enfriador de producto y bomba de producto.

4.5.4.- Equipo de Servicios Auxiliares :

<u>SERVICIO</u>	<u>EQUIPOS</u>
Agua de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento Tratador de Agua 4 Bombas de Suministro 4 Bombas para retorno
Vapor	2 Calderas automáticas de tipo acuotubular Tanque de Condensados Accesorios Suavizador de Agua Tanque de Combustible

Energía Eléctrica	Planta Generadora
Agua de Servicio	Tanque Elevado Bomba de Alimentación
Aire para Instrumentos	Compresor Secador de Aire

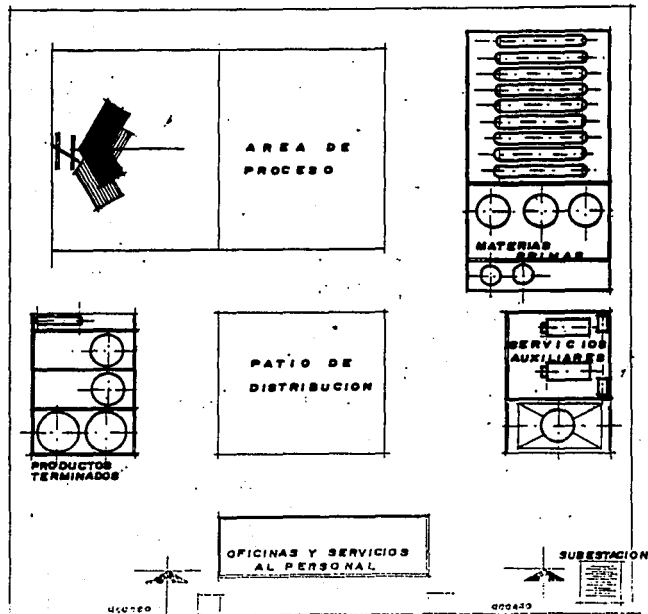
FUENTE :

Datos de la Tecnología
Estudios de Requerimientos

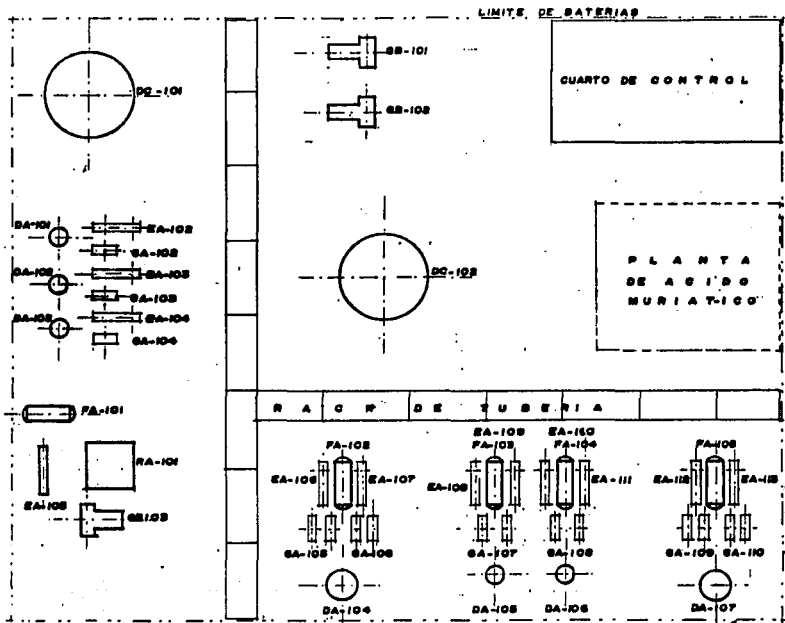
6.6.- Distribución General de Planta y Equipo.- Tomando como base una estimación del tamaño de los equipos, tanto de proceso como de servicios auxiliares, procurando atender la reglamentación establecida por las diferentes dependencias se realizó la distribución de la planta y del equipo; de esta forma se tiene en el PLANO 2. el plano correspondiente a la distribución general de la planta en la que se pueden distinguir las áreas siguientes :

<u>DESCRIPCION</u>	<u>SUPERFICIE (m²)</u>
Area de Proceso	4000
Almacén de Materias Primas	2000
Almacén de Producto Terminado	2000
Servicios Auxiliares	900
Oficinas y Servicios al Personal	900
Futuras Ampliaciones	4000

PLANO No. 2. DISTRIBUCION GENERAL DE PLANTA



PLANO No. 3. DISTRIBUCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.



T O T A L

20000

Por otro lado, el PLANO 3. muestra la distribución general de equipo y maquinaria en la que se visualizan tres secciones fundamentales : La de producción de Cloruro de Metilo, la de producción de Clorometanos Superiores y la Planta de Acido Muriático y gas Anhidro.

De esta forma se tiene que sera necesario adquirir un terreno con una superficie minima de 20,000 m2 y que este ubicado en el Parque Industrial "Valle de Oro" en la Ciudad de San Juan del Rio, Querétaro; cuyas catacteristicas fueron detalladas en el capitulo de localización.

6.7.- Requerimientos de Personal.- Considerando que el proceso consta de nueve etapas fundamentalmente, una planta de servicios auxiliares, un almacén de producto terminado, un almacén de materias primas y auxiliares, un taller de mantenimiento eléctrico, mecánico y un laboratorio; se estima que los requerimientos de personal, clasificados como Mano de Obra Directa y Mano de Obra Indirecta, son como se indica en el Cuadro 37.

CUADRO 36. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

<u>Descripción:</u>	<u>1er. Turno</u>	<u>2o. Turno</u>	<u>3er. Turno</u>
Operador	9	9	9

Op. Serv. Aux.	2	2	2
Ayudantes Generales	5	5	5
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
T O T A L E S	16	16	16
Supervisión de Turno	2	2	2
Almacén	7	4	2
Mantenimiento	9	8	8
Laboratorio	3	2	2
Superintendencia	1	-	-
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
T O T A L E S	22	16	14

De esta forma se tiene para cada concepto:

Requerimiento total de M.O.D. = 48

Requerimiento total de M.O.I. = 52

6.8.- Programa de Construcción, Instalación y Puesta en Marcha.

Para determinar el tiempo que sera necesario hasta concluir con el arranque de la Planta, partiendo de las fases fundamentales de las que consta el proyecto y de las actividades involucradas en cada una :

FASE I 1 PLANEAION

- 1.- Junta de Accionistas
- 2.- Estudio de Viabilidad

- 3.- Contratación del Gerente de Proyecto
- 4.- Constitución de la Empresa
- 5.- Contratación de Tecnología
- 6.- Alquiler de Oficina
- 7.- Contratación de Secretaria
- 8.- Renta de Automóvil
- 9.- Compra de Terreno
- 10.- Selección del Constructor

FASE II : INGENIERIA

- 11.- Diagramas de Flujo
- 12.- Balances de Materia y Energía
- 13.- Cuantificación de los Servicios Auxiliares
- 14.- Planos Preliminares
- 15.- Especificación y Diseño de Recipientes
- 16.- Especificación y Diseño de Equipo Mecánico
- 17.- Especificación y Diseño de Equipo de Intercambio Térmico
- 18.- Especificación y Diseño de Tuberías
- 19.- Especificación y Selección de Instrumentos
- 20.- Planos General y Unitarios
- 21.- Diseño de Cimentaciones
- 22.- Diseño Estructural
- 23.- Diseño de Arreglo de Tuberías
- 24.- Diseño de Líneas Eléctricas
- 25.- Certificación de Planos
- 26.- Selección de Instrumentos
- 27.- Diseño Arquitectónico
- 28.- Planos de Instalación de Instrumentos

29.- Planos Electricos

FASE III : INGENIERIA DE PROCURA

30.- Recepción de Planos con Dimensiones Certificadas

31.- Lista de Instrumentos

32.- Lista de Materiales Eléctricos

33.- Cotización de Equipos, Materiales Eléctricos y Tuberías

34.- Remisión de Planos al Fabricante

35.- Compra de Materiales Electricos e Instrumentos

36.- Remisión de Planos de Cimentaciones al Constructor

37.- Recepción de Equipo y Materiales

FASE IV : CONSTRUCCION

38.- Adaptación del Terreno

39.- Trazo del Terreno

40.- Construcción de Cimentaciones

41.- Instalaciones Subterráneas

42.- Construcción de Edificios

43.- Construcción de Acero Estructural

FASE V : INSTALACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA

44.- Instalación de Recipientes

45.- Instalación de Equipo de Intercambio Térmico

46.- Instalación de Equipo Mecánico

47.- Instalación de Tuberías

48.- Instalación de Líneas Eléctricas

49.- Instalación de Instrumentos

FASE VI : ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA

- 50.- Prueba de Equipos
- 51.- Compra de Materia Prima
- 52.- Reclutamiento de Personal Administrativo
- 53.- Contratación de Personal
- 54.- Cursos de Capacitación

FASE VII : ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA

- 55.- Compra de Materia Prima
- 56.- Prueba de Equipos
- 57.- Arranque

Los tiempos considerados para la duración de cada una de las actividades, fueron obtenidos de firmas constructoras de equipo tales como CSR de México, Conjunto Manufacturero, Industria del Hierro, Maquipro de Querétaro, así como de bibliografía relacionada.

De esta forma, el Diagrama No. 9, muestra el Grafico de Gantt para los diferentes conjuntos de actividades, lo que servirá como base para establecer el flujo de fondos de la etapa de construcción; de igual forma se consigna en el Diagrama No. 10 la planeación por redes para la Construcción, Instalación y Puesta en Marcha de la Planta, que se estima sea realizada en aproximadamente 60 semanas.

DIAGRAMA G.- DIAGRAMA DE GANTT

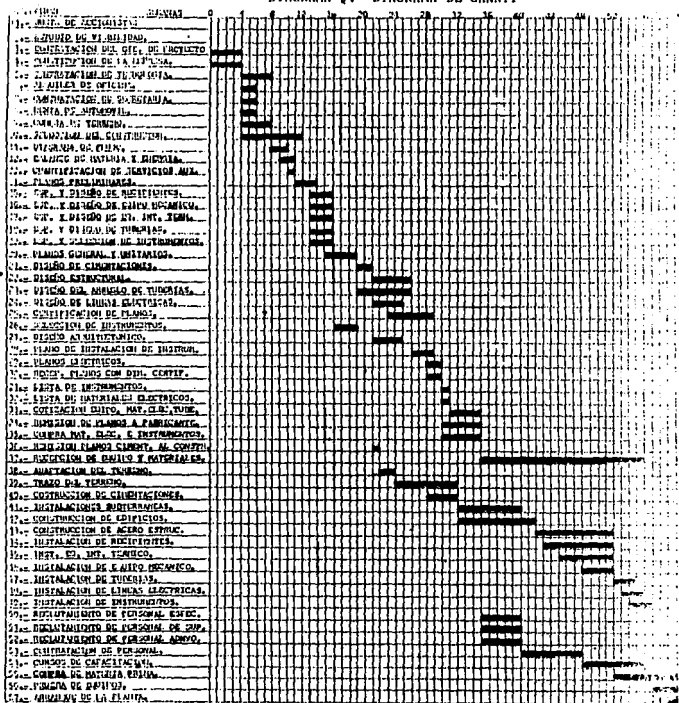


DIAGRAMA 10.- DIAGRAMA DE REDES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCION

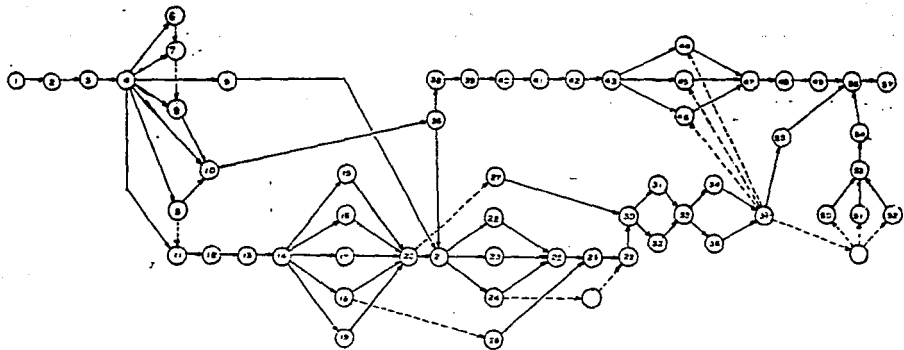
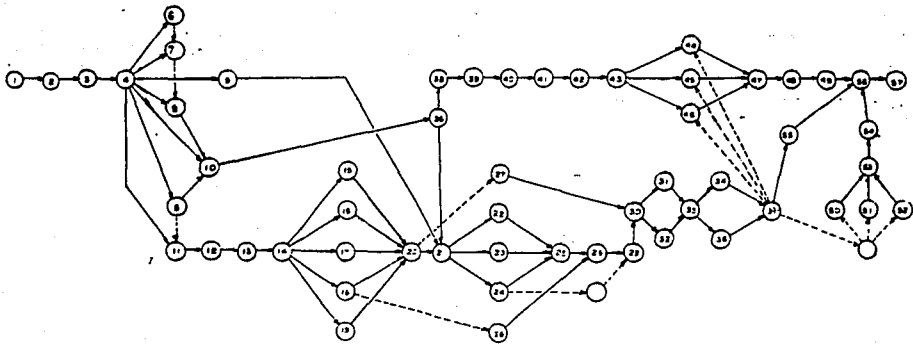


DIAGRAMA 10.- DIAGRAMA DE REDES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCION



7. ANALISIS FINANCIERO Y ECONOMICO

Este capítulo depende de la información contenida en la parte de Mercado e Ingeniería. Su análisis permite tomar una decisión final sobre la realización del proyecto desde el punto de vista del empresario y de las instituciones financieras. Incluye también una evaluación económica de las ventajas y las desventajas de asignar al proyecto los recursos necesarios para su realización, considerando la conveniencia para el país, así como la contribución del proyecto al desarrollo económico del mismo, conforme a las directrices señaladas por las autoridades.

Para simplificar y facilitar la evaluación se presentan los estados financieros proforma a precios y costos constantes durante un periodo de cinco años tomando como año base 1986, además de una serie de anexos cuyo formato sirve de guía para tal evaluación, dado que están tomados del formulario que proporciona el FONET.

7.1.- ESTADOS PROFORMA DEL PROYECTO

7.1.1.- Presupuesto de Inversión. En esta parte se consideran las partidas de inversión por concepto de: Inversiones Fijas que comprenden terreno, edificios y construcciones, maquinaria y equipo, tuberías e instrumentos, equipo de servicios auxiliares, equipo y mobiliario de oficina y laboratorio. Inversiones diferidas que comprenden las partidas asignadas a Ingeniería de Detalle, Tecnología y Gastos de Organización, Capital de Trabajo y por último, Imprevistos.

De esta forma la inversión total constituida por los cuatro rubros anteriores asciende a 7 881,556 Miles de Pesos, el Anexo 1 consigna el desglose para cada concepto. Cabe especificar que el concepto por Capital de Trabajo fue calculado como el costo de un mes de Materia Prima y Producto terminado mas dos meses del costo de producción, por otro lado, la partida correspondiente a imprevistos fue calculada como el 10% del valor que suman las partidas de inversión fija y diferida. Por lo que respecta a la inversión fija, su cálculo fue desarrollado tomando como base el dimensionamiento de cada partida y los Nomogramas desarrollados por Richard S. Hall, Jay Matley y Kenneth J. McNaughton en su artículo "Cost of Process Equipment" (Chemical Engineering, Abril de 1982), así como los índices de precios CE y los tipos de cambio reportados por el Banco de México.

7.1.2.- Presupuesto de Ventas.- Este presupuesto tiene su origen en pronóstico de ventas generado en el capítulo de Mercado, así como el pronóstico de ventas para ácido muriático y gas anhidro. De esta forma el Anexo 3 muestra el desglose para cada producto.

7.1.3.- Costo de Producción.- La estructura de los Costos y Gastos en que incurrirá la nueva planta se determinaron conforme al Estado de Resultados para facilitar el cálculo del ISR. El Anexo 4 está desglosado en Costos Fijos y Variables para facilitar el cálculo del punto de Equilibrio.

7.1.4.- Estado de Resultados del Proyecto.- Este fue elaborado a partir de la información contenida en los presupuestos de ventas, costos y gastos. El estado de resultados se desglosa en el Anexo

5 en donde las cifras anotadas arrojan una utilidad neta de 3'238,842 miles de pesos para el primer año de operación y de 3'752,782 miles de pesos para el quinto, la utilidad acumulada se cifra en 17'625,351 miles de pesos hasta al quinto año.

7.1.5.- Capital de Trabajo.- Fue calculado considerando el valor de un mes del costo de producción mas un mes del valor de las materias primas para cada año, estos rubros corresponden a inventarios; las cuentas por cobrar fueron calculadas como un mes del presupuesto de ventas anual; el renglón de proveedores fue calculada como el valor de un mes del costo anual de materias primas; el efectivo mínimo requerido se estimó como el equivalente a un día del costo de producción anual. El Anexo 6 muestra el cálculo para este concepto.

7.1.6.- Tasa Interna de Rentabilidad.- Este indicador mide el rendimiento de la inversión total asignado al proyecto, sin distinguir si los recursos son propios o ajenos, por lo que no son incluidos los gastos financieros; las ventas, costos y gastos tendrán su origen en sus respectivos presupuestos, las variaciones del capital de trabajo se tomaron del último renglón del anexo correspondiente. El cálculo de la Tasa Interna de Rentabilidad se consigna en el Anexo 9.

7.1.7.- Tiempo de Recuperación de la Inversión.- Considerando la generación interna (utilidad mas depreciación y amortización) como se mostró en los anexos correspondientes, el Anexo 8 presenta el cálculo para el tiempo de recuperación que será de acuerdo a lo anterior, de poco menos de tres años a partir del

arranque de la planta.

7.1.8.- Punto de Equilibrio.- En base a los costos e ingresos calculados, se introdujeron en la Formula :

$$\text{Pe.} = \frac{\text{CF}}{1 - \text{CV/VN}}$$

Donde :

Pe. Es el valor en ventas para llegar al punto de equilibrio.

CF. Es el monto anual de los costos fijos

CV. Es el monto anual de los costos variables

VN. Es el valor anual de las ventas netas

El valor porcentual sobre las ventas para llegar al punto de equilibrio se obtiene mediante la relación :

$$\% \text{ de Ventas} = (\text{Pe.} / \text{Ventas Netas}) \times 100$$

mientras que el número de meses requeridos en ventas para llegar al punto de equilibrio se calcula como :

$$(\text{Pe.} / \text{Ventas Netas}) \times 12$$

De esta forma los valores obtenidos presentan muy poca variabilidad dado que se sitúan en un valor promedio de 6.8 meses, esto es consecuencia de la también invariabilidad de las ventas y los costos.

7.1.9.- Análisis de Sensibilidad.- Este análisis se realizó considerando, en primer lugar, un incremento en el costo de materias primas y en segundo lugar, una disminución en el presupuesto de ingresos, observándose los siguientes resultados

para cada caso :

- Sensibilidad frente a un incremento en el costo de materias primas (Valores en Miles de Pesos).

Costos Fijos	=	4'376,453.0	
Ventas Netas	=	16'518,630.0	
Costo de M.P.	=	5'883,356.0	
% de Incremento	=	20	
Costo de M.F. incrementado	=	7'060,027.0	
Costos Variables incrementados	=	10'098,111.0	
Punto de equilibrio incrementado	=	11'250,521.0	
Diferencia	=	1'734,765.0	

Los resultados anteriores muestran que, de ocurrir el incremento proyectado el punto de equilibrio para el primer año de operación se retrasara en un mes por lo que este se logrará hasta el octavo mes de operación.

- Sensibilidad frente a una disminución de los ingresos totales. (Valores en Miles de Pesos)

Costos Fijos	=	4'376,453.0	
Ventas Netas	=	16'518,630.0	
Disminución %	=	20	
Ventas Netas Disminuidas	=	13'215,104.0	
Costos Variables	=	8'921,440.0	

Punto de Equilibrio = 12 540,917.0

Diferencia = 3'025,161.0

Los resultados anteriores, muestran que de ocurrir la disminución proyectada el punto de equilibrio para el primer año de operación se retrasara en dos meses por lo que éste se logrará hasta el noveno mes de operación.

7.2. EVALUACION SOCIO-ECONOMICA DEL PROYECTO

En este apartado se evalúan los efectos que tendrá la implementación del proyecto de la economía regional y nacional. Los efectos socio-económicos se analizan considerando los puntos de vista siguientes :

- Generación de Empleos y Valor Agregado
- Recaudación Fiscal

7.2.1.- Generación de Empleos y Valor Agregado.- La Planta productora de Clorometanos, generará durante su operación 100 plazas de trabajo, que relacionadas con el capital total invertido en la planta representa una inversión de 78,881 Miles de Pesos por empleo generado, mientras que, la productividad de la mano de obra calculada como el cociente de dividir la

utilidad anual por trabajador entre las ventas anuales por trabajador se fija en 19.5% promedio para el periodo de vida del proyecto, éste cociente debe considerarse como de suma importancia para la realización del proyecto.

El cálculo de la derrama de sueldos y salarios, basado en las cifras establecidas anteriormente y que fueron consideradas como fijas para fines del presente trabajo, se cifra en 1'347,772 miles de pesos anuales, por lo que se obtiene un acumulado de 6'738,860 miles de pesos hasta el quinto año. Debe puntualizarse que estas cifras beneficiaran en forma directa la economía de San Juan del Rio.

El Valor Agregado es un indicador económico que expresa el valor que le es adicionado a los insumos para obtener los productos finales. Para el presente proyecto, este indicador fue calculado sumando la Utilidad antes de Impuesto, Mano de Obra, Costo Financiero y Seguros; de esta forma se tiene que para el primer año de operación se adicionará a los insumos un valor de 7'241,427 Miles de Pesos, mientras que en el quinto esta cifra ascenderá a 8'269,308 Miles de Pesos.

El Valor Agregado por trabajador es de 72.414 Miles de Pesos para el primer año y de 82.693 Miles de Pesos para el quinto año de operación. Las cifras de valor agregado y utilidad por trabajador se presentan con detalle en el Anexo No. 11.

7.2.2.- RECAUDACION FISCAL.- Las percepciones que recibirá el FISCO por concepto de Impuestos esta representada por los siguientes rubros :

- Impuesto al Valor Agregado (IVA)
- Impuesto Sobre la Renta (ISR)
- Aportaciones al INFONAVIT e Impuesto para Educación
- Impuestos Sobre Productos de Trabajo (ISPT)

IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA). El impuesto al Valor Agregado no fue cuantificado en el estado de perdidas y ganancias, puesto que será cobrado aparte del precio de venta de cada uno de los productos con el fin de obtener el monto que por este concepto tendrá que pagar la planta, se calculó como la diferencia del IVA de ingresos menos el IVA de egresos, estos calculos se encuentran consignados en el Anexo No. 12.

IMPUESTO SOBRE LA RENTA.- El ISR se calculó conforme al Artículo 34 de la Ley correspondiente. Tal y como se mostró en el Estado de Pérdidas y Ganancias la planta pagará 2'735,919 Miles de Pesos en el primer año y 3'152,337 Miles de Pesos en el quinto año.

APORTACIONES AL INFONAVIT E IMPUESTO PARA EDUCACION.- A este respecto y de acuerdo con el calculo de la mano de obra, se tiene que la planta pagará 10,830 Miles de Pesos en el primer año y un valor semejante para el quinto año.

IMPUESTOS SOBRE PRODUCTOS DE TRABAJO. Se calcula aplicando diferentes tasas de acuerdo a los niveles de sueldos conforme marca la Ley del Impuesto sobre la Renta. En el presente estudio para efectos de calculo se tomó como promedio un 5% sobre el monto total de sueldos y salarios, en estos terminos se estima que la planta pagará 67,388 Miles de Pesos anuales lo que sumara 336,946 Miles de Pesos hasta el quinto año de operacion. En el

Anexo 13, se resumen los resultados de la recaudación de impuestos originados por la operación de la planta.

7.3.- ANALISIS DE SOLVENCIA.- De aquí en adelante referiremos al estudio al Balance General Proforma presentado en el Anexo No.

7.3.1.- Índice de Liquidez.- En cuanto sea más fácil convertir los recursos del Activo que posea la empresa en dinero, gozará de mayor capacidad de pago para hacer frente a sus obligaciones; no obstante debe aclararse que la liquidez depende de dos factores :

- 1.- El tiempo requerido para convertir los activos en dinero
- 2.- La incertidumbre en el tiempo y del valor de realización de los activos en dinero.

$$\text{Índice de Liquidez} = \frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}} = \frac{5.885,338}{3.729,122} = 1.57$$

En general cuanto más elevado es este índice, mayor es la capacidad de la empresa para atender sus obligaciones a corto plazo.

7.3.2.- Índice de Solvencia Inmediata o Prueba del Acido. Este índice es más preciso que la liquidez, excluye a los inventarios porque se presume que es el rengion menos liquido del activo circulante.

$$\begin{aligned} \text{I.S.I.} &= \frac{\text{Activo Circulante} - \text{Inventarios}}{\text{Pasivo Circulante}} = \underline{\hspace{2cm}} \\ &= \frac{5.885,338 - 1.198,245}{3.729,122} = 1.25 \end{aligned}$$

7.3.3.- Índice de Rotación de los Créditos. Se entiende como la rotación de veces que se tiene en el ejercicio de las cuentas por cobrar, señala la velocidad de cobranza. Un índice de cobranza bajo puede ser consecuencia de una política de crédito muy estricta y un índice muy elevado puede indicar una política de crédito muy liberal.

$$\text{I. Rot. Cred.} = \frac{\text{Ventas Netas Anuales}}{\text{Cuentas por Cobrar}} = \frac{16\,518,680}{1\,376,552} = 12$$

7.4. ANALISIS DE ESTABILIDAD

7.4.1.- Índice de Financiamiento Externo o de Endeudamiento

$$\text{I.F. Ext.} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}} = \frac{3\,729,122}{11\,729,124} = 0.318$$

Un índice cercano o mayor a uno, implica un grado excesivo de riesgo y dificultaría la gestión crediticia para la empresa.

7.4.2.- Índice de Rotación de Inventarios. Se entiende como la rapidez con la que los inventarios se transforman en cuentas por cobrar como producto de las ventas, cuanto más alta es la rotación en general, más eficiente es la administración de los inventarios.

$$\text{Rot. Inv.} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inventarios}} = \frac{16\,518,680}{1\,198,245} = 13.78$$

7.4.3.- Rotación del Activo Fijo. Se entiende como el número de veces que se utilizan los activos fijos de trabajo en la producción y ventas del ejercicio.

$$\begin{aligned} \text{Rot. Act. Fijo} &= \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activos Fijos} - \text{Depr. Acum.}} = \\ &= \frac{16,518,680}{4,953,087 - 495,609} = 3.7 \end{aligned}$$

7.5.- ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD

7.5.1.- Índice de Rentabilidad del Capital Contable (RESI). En la determinación de este índice se calculan dos elementos:

1. El porcentaje de utilidad neta sobre ventas que significa el margen de utilidad neta por cada peso de venta.
2. El índice de rotación del capital (VIC) que significa, el número de veces que las ventas netas contienen al capital de la empresa.

$$\begin{aligned} \text{RESI} &= \frac{\text{Utilidad Neta Después de Imp.}}{\text{Ventas}} \times \frac{\text{Ventas}}{\text{Capital Contable}} \\ &= \frac{3,258,841}{16,518,680} \times \frac{16,518,680}{8,000,000} = 0.196 \times 2.064 = \\ &= 0.404 \end{aligned}$$

7.5.2.- Índice de Rendimiento Sobre los Activos.

$$\begin{aligned} 1. \text{Rend. Act.} &= \text{RESI} \times \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activo Total}} = 0.404 \times \frac{16,518,680}{11,729,124} = \\ &= 0.569 \end{aligned}$$

7.5.3.- Índice de Margen de Utilidad Bruta

$$\text{I.M.U.B.} = \frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas Netas}} = \frac{24059.453}{49518.680} = 0.488 \text{ ó } 48.8\%$$

Cabe mencionar que los cálculos realizados anteriormente fueron considerados para el primer año de operación y tomados de los anexos anteriores, el Anexo No. 14 consigna los valores para los primeros cinco años de operación de la planta en proyecto.

ANEXO 1
COSTO DE LA INVERSION FIJA

A.1	Terreno	\$60,000	0.76%
A.2	Obra civil e Instalaciones	\$865,200	10.98%
A3	Maq. Eq. de Proceso:		
A.3.1	Reactores	\$392,596	4.98%
A.3.2	Equipos de Purificación	\$1,300,960	16.51%
A.3.3	Condensadores	\$71,582	0.91%
A.3.4	Rehervidores	\$28,553	0.36%
A.3.5	Calentadores	\$1,772	0.02%
A.3.6	Intercambiadores de C.	\$5,316	0.07%
A.3.7	Equipo de Compresión	\$125,027	1.59%
A.3.8	Tanques de Proceso	\$3,370	0.04%
A.3.9	Tanques de almacenamiento	\$1,265,264	16.05%
A.3.10	Plantas de Acido Murfático	\$49,232	0.62%
	Suma de A.3	\$3,243,692	52.89%
A.4	Tuberia de Proceso e Inst.	\$581,730	7.38%
A.5	Equipo de Servicios Auxiliares	\$581,730	7.38%
A.6	Equipo de Laboratorio	\$29,086	0.37%
A.7	Mobiliario y Equipo de Oficina	\$87,259	1.11%
	Valor Total de A	\$5,448,697	69.13%
B.	Costo de Organización:		
B.1	Estudio de Factibilidad	\$54,487	0.65%
B.2	Constitucion de la Empresa	\$108,974	1.38%
B.3	Tecnología	\$271,196	3.44%
	Valor Total de B	\$434,657	5.51%
C.	Capital de Trabajo:		
C.1	Materia Prima (1 Mes)	\$490,280	6.22%
C.2	Producto Terminado (1 Mes)	\$490,280	6.22%
C.3	Costo de Producción (2 Meses)	\$429,303	5.45%
	Valor total de C	\$1,409,863	17.89%
D.	Imprevisto	\$588,336	7.46%
	INVERSION TOTAL	\$7,881,555	100.00%

ANEXO No. 2

PRESUPUESTO DE INVERSION (Miles de Pesos)

C O N C E P T O	INVERSION	DEPRECIACION O AMORTIZACION	
		TASA %	MONTO
1.- TERRENO	60,000	---	---
2.- OBRA CIVIL	865,200	5	43,260
3.- MAQUINARIA Y EQUIPO	3'825,422	10	382,524
4.- INSTALACIONES	581,730	10	58,173
5.- MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	116,345	10	11,634
6.- EQUIPO DE TRANSPORTE	---	---	---
7.- ACTIVOS DIFERIDOS	434,660	10	43,466
8.- CAPITAL DE TRABAJO	1'409,863	---	---
9.- ESCALACION E IMPREVISTOS	588,336	10	58,833
T O T A L E S	7'881,556	---	597,908

PRODUCTO	Precio \$/ Kg.	V O L U M E N					A N U A L				
		ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5					
1.- CLORURO DE METILO	582	1400	1460	1520	1580	1640					
2.- CLORURO DE METILENO	479	6720	6770	6820	6870	6920					
3.- CLOROFORMO	479	3850	4050	4245	4450	4640					
4.- TETRACLORURO DE CARBONO	320	17940	19925	21915	23900	25890					
5.- ACIDO MURIATICO	200	20000	20000	20000	20000	20000					
6.- CLORURO DE HIDROGENO ANHIDRO	300	6000	6000	6000	6000	6000					

PRODUCTO	Precio \$/ Kg.	I N G R E S O					A N U A L					(Miles de Pesos)
		ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5						
1.- CLORURO DE METILO	582	814,800	849,720	884,640	919,560	954,480						
2.- CLORURO DE METILENO	479	3'218,880	3'242,830	3'266,780	3'290,730	3'314,680						
3.- CLOROFORMO	479	1'844,150	1'939,950	2'033,355	2'131,550	2'222,560						
4.- TETRACLORURO DE CARBONO	320	5'740,800	6'376,000	7'012,800	7,648,000	8'284,800						
5.- ACIDO MURIATICO Y GAS ANHIDRO	200/300	4'900,000	4'900,000	4'900,000	4'900,000	4'900,000						
S U M A T O T A L		16'518,630	17'308,500	18'097,575	18'889,600	19'676,520						

ANEXO No. 4 COSTO DE PRODUCCION HISTORICO (Miles de Pesos)

MILES DE PESOS

C O N C E P T O	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
MATERIA PRIMA NACIONAL										
1.- Cloro Liquido	4'882,504	57.4	5'304,473	59.4	5'726,582	60.2	6'687,175	62.4	6'687,175	62.9
2.- Metanol	731,080	8.6	775,180	8.6	821,800	8.6	871,080	8.6	948,500	8.6
3.- Auxiliares	269,772	3.1	233,107	2.6	342,154	3.6	259,805	2.6	377,690	3.5
SUB - TOTAL	5'883,356	68.1	6'312,760	70.4	6'890,536	72.4	7'817,060	73.6	8'013,365	75.0
MATERIA PRIMA IMPORTADA	---									
MANO DE OBRA DIRECTA	274,751	3.2	276,751	3.1	276,751	2.9	276,751	2.7	276,751	2.6
MANO DE OBRA INDIRECTA	81,628	0.9	81,628	0.9	81,628	0.8	81,628	0.8	81,628	0.7
MAT. Y SERV. AUXILIARES	1'047,898	12.3	1'047,898	11.0	1'047,898	11.0	1'047,898	10.5	1'047,898	9.8
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	597,908	7.0	597,908	6.7	597,908	6.3	597,908	6.0	597,908	5.6
GASTOS GENERALES	608,047	7.1	608,047	6.8	608,047	6.4	608,047	6.1	608,047	5.7
T O T A L E S	8'495,588	100.0	8'924,992	100.0	9'502,768	100.0	9'964,647	100.0	10'625,597	100.0

ANEXO No. 5 ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA DEL PROYECTO (Miles de Pesos)

CONCEPTO	AÑO				
	1	2	3	4	5
1.- Ventas Netas	16'518,630	17'380,500	18'097,577	18'889,860	19'676,520
2.- Costo de Produccion	8'495,588	8'924,992	9'502,786	9'964,647	10'625,597
3.- Utilidad Bruta (1 - 2)	8'059,463	8'383,508	8'594,809	8'925,213	9'050,923
4.- Gastos de Administración	434,597	434,597	434,597	434,597	434,597
5.- Gastos de Venta	1'110,780	1'110,780	1'110,780	1'110,780	1'110,780
6.- Gastos Financieros	---	---	---	---	---
7.- Utilidad Antes de ISR y RUT (3 - 4 - 5 - 6)	6'477,683	6'838,149	7'049,450	7'379,854	7'505,564
8.- Impuesto sobre la renta ISR	2'735,919	2'887,315	2'960,769	3'099,538	3'152,336
9.- Reparto de Utilidades RUT	521,127	549,965	563,954	590,389	600,446
10.- UTILIDAD NETA (7 - 8 - 9)	3'238,842	3'419,075	3'524,725	3'689,927	3'752,782

ANEXO No. 6 CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO DEL PROYECTO (Miles de Pesos)

CONCEPTO	AÑOS				
	1	2	3	4	5
1.- Efectivo Minimo Requerido	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
2.- Inventarios	1'198,245	1'269,813	1'366,109	1'443,088	1'553,247
3.- Cuentas por Cobrar	1'376,557	1'442,375	1'508,131	1'574,155	1'639,710
4.- Proveedores	490,280	526,063	574,211	612,701	667,780
5.- Capital de Trabajo (1+2+3-4)	2'144,522	2'216,125	2'330,029	2'434,542	2'525,177
VARIACION EN EL CAPITAL DE TRABAJO	704,658	101,603	113,904	104,513	120,655

ANEXO No. 7 PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS DEL PROYECTO (Miles de Pesos)

C O N C E P T O	A N O S				
	1	2	3	4	5
COSTOS VARIABLES					
Materia Primas	5'883,356	4'312,760	6'890,536	7'352,415	8'013,365
Mano de Obra	358,379	358,379	358,379	358,379	358,379
Servicios Auxiliares	1'047,127	1'047,798	1'047,798	1'047,798	1'047,798
Otros	521,127	549,965	563,956	590,388	600,469
SUBTOTAL	7'810,660	8'268,902	8'860,669	9'348,980	10'020,011
COSTOS FIJOS					
Depreciación y Amort.	597,980	597,908	597,908	597,908	597,908
Impuestos y Seguros	3'141,284	3'292,680	3'366,184	3'504,904	3'557,828
Otros	202,682	---	---	---	---
SUBTOTAL	3'941,874	4'093,270	4'166,724	4'305,494	4'358,418
G A S T O S					
Administración	434,579	434,579	434,579	434,579	434,579
Ventas	1'110,780	1'110,780	1'110,780	1'110,780	1'110,780
Financieros	---	---	---	---	---
T O T A L E S	13'279,788	13'889,425	14'572,852	15'199,933	15'923,938

ANEXO No. 8 TIEMPO DE RECUPERACION (Miles de Pesos)

ARO	UTILIDAD NETA	DEPRECIACION AMORTIZACION	S U M A	ACUMULADO (A)	I N V E R S I O N E S		INGRESO ACUM. A/B %
					A N U A L	ACUMULADO(B)	
0	---	---	0.000	0.000	(8'000,000)	(8'000,000)	0
1	3'238,842	597,908	3'836,750	3'836,750	704,658	8'704,658	44.07
2	3'419,075	597,908	4'016,983	7'853,733	101,603	8'806,261	89.18
3	3'524,725	597,908	4'122,633	11'976,366	113,904	8'920,165	134.26
4	3'689,927	597,908	4'287,835	16'264,201	104,513	9'024,678	180.21
5	3'752,782	597,908	4'350,690	20'614,891	120,635	9'145,313	225.41

CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO (Miles de Pesos)

ARO	COSTOS FIJOS (A)	COSTOS VARIABLES (B)	VENTAS NETAS (C)	D B/C	1-D E	VALDR EN VENTAS (A/E)	% DE VENTAS	MESES DE PRODUCCION
1	4'376,453	8'921,440	16'518,630	0.540	0.4598	9'515,756	57.6	6.9
2	4'527,849	9'379,682	17'308,500	0.541	0.458	9'884,231	57.1	6.85
3	4'601,303	9'971,449	18'097,577	0.530	0.449	10'247,492	56.6	6.79
4	4'740,073	10'459,760	18'889,860	0.553	0.446	10'621,382	56.2	6.74
5	4'792,997	11'130,791	19'676,320	0.565	0.434	11'035,863	56.0	6.73

ANEXO No. 9 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

ANO	INVERSION	FLUJO DE EFECTIVO	VALOR NETO	FACTOR 1 F1	VALOR PRESENTE 1 VP1	FACTOR 2 F2	VALOR PRESENTE 2 VP2
0	(7'556,556)	(7'001,556)	(7'001,556)	1.297	(10'222,370.13)	1.000	(7'001,556.0)
1		3'110,092	(4'767,464)	0.707	2'450,700.40	0.824	2'566,011.8
2		3'915,300	(852,004)	0.477	1'067,636.26	0.552	2'161,289.8
3		4'000,997	3'156,913	0.290	1'162,609.13	0.370	1'403,320.9
4		4'103,322	7'320,235	0.176	732,746.67	0.240	1'032,503.9
5		3'960,055	11'200,290	0.106	419,765.03	0.166	657,369.1
6		3'960,055	15'210,345	0.065	255,453.50	0.112	440,166.2
7		3'960,055	19'140,400	0.039	153,272.15	0.075	294,754.1
8		3'960,055	23'070,455	0.024	94,321.32	0.050	196,502.0
9		3'960,055	27'000,510	0.014	55,020.77	0.034	133,621.9
10		3'960,055	30'930,565	0.009	35,370.50	0.022	86,461.2
				SUMAN	(2'995,393.53)		1'170,413.6

* NOTA: Factor 1 a tasa 50 %
Factor 2 a tasa 40 %

$$F = (-VP2) \left[\frac{F2 - F1}{VP2 - VP1} \right] + F2 =$$

ANEXO No. 10 BALANCE GENERAL PROFORMA

CONCEPTO	AÑO BASE	AÑO				
		1	2	3	4	5
ACTIVO CIRCULANTE						
Caja y Bancos	118,443	3'280,541	7'195,915	11'204,966	15'387,966	19'618,024
Cuentas por Cobrar	---	1'376,552	1'442,275	1'508,131	1'574,155	1'639,710
Inventarios	1'409,863	1'198,343	1'269,813	1'366,109	1'443,088	1'553,347
TOTAL ACTIVO CIRCULANTE	1'528,306	5'855,328	9,908,103	14,078,884	18'405,209	22'810,978
ACTIVO FIJO						
Terreno	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Edificios y Construcciones	865,200	865,200	865,200	865,200	865,200	865,200
Maquinaria y Equipo	3'825,422	3'825,422	3'825,422	3'825,422	3'825,422	3'825,422
Instalaciones	581,730	581,730	581,730	581,730	581,730	581,730
Mobiliario y Equipo	116,345	116,345	116,345	116,345	116,345	116,345
Actualización de Activos	5'448,696	5'448,696	4'953,087	4'457,478	3'961,869	3'466,260
Depreciación Acumulada	---	---	495,609	991,218	1'086,827	1'582,436
Depreciación del Ejercicio	---	495,609	495,609	495,609	495,609	495,609
TOTAL ACTIVO FIJO	5'448,696	4'953,087	4'457,478	3'961,869	3'466,260	2'970,651
ACTIVO DIFERIDO						
Gastos Preparativos y de Organización	1'022,996	1'022,996	920,697	818,398	716,099	613,800
Amortización Acumulada	---	102,299	102,299	102,299	102,299	102,299
TOTAL ACTIVO DIFERIDO	1'022,996	920,697	818,398	716,099	613,800	511,501
ACTIVO TOTAL	8'000,000	11'729,124	15'183,979	18'756,852	22'485,269	26'293,130
PASIVO CIRCULANTE						
Proveedores	---	490,280	526,063	574,211	612,701	667,780
Impuestos y RUT por pagar	---	3'238,842	3'419,075	3'524,725	3'689,927	3'752,782
TOTAL PASIVO CIRCULANTE	0.000	3'729,122	3'945,138	4,048,936	4'302,628	4'420,562
PASIVO FIJO	0.000	---	---	---	---	---
PASIVO TOTAL	0.000	3'729,122	3'945,138	4,048,936	4'302,628	4'420,562

ANEXO No. 11

VALOR AGREGADO Y UTILIDAD POR TRABAJADOR (Miles de Pesos)

		A	A	O	S	
	1	2	3	4	5	
Utilidad Antes de Impuestos	6'477,683	6'838,149	7'049,450	7'379,854	7'505,564	
Mano de Obra	358,379	358,379	358,379	358,379	358,379	
Costo Financiero	---	---	---	---	---	
Seguros	405,365	405,365	405,365	405,365	405,365	
Valor Agregado	7'241,427	7'601,893	7'813,194	8'143,598	8'269,308	
Valor Agregado por Trabajador	72,414	74,019	78,132	81,436	82,693	
Utilidad Neta del Ejercicio	3'238,842	3'419,075	3'524,725	3'689,727	3'752,782	
Utilidad por Trabajador	32,388	34,190	35,247	36,899	37,527	
Productividad de la Mano de Obra	19.6	19.75	19.47	19.53	19.0	

C O N C E P T O	A N O S				
	1	2	3	4	5
Ingresos	16'518,630	17'308,500	18'097,577	18'889,860	19'676,520
IVA de Ingresos	2'477,794	2'596,275	2'714,636	2'833,479	2'951,478
Egresos	9'682,568	10'111,972	10'689,748	11'151,627	11'812,577
IVA de Egresos	1'452,385	1'516,795	1'603,012	1'672,744	1'771,886
Diferencia de IVA	1'025,408	1'079,480	1'111,624	1'160,735	1'179,592

AÑO	I.V.A.	IMPUESTO SOBRE LA RENTA	APORTACIONES AL INFONAVIT E IMPUESTO PARA EDUCACION	IMPUESTO SOBRE PRODUCTOS DEL TRABAJO	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
1	1'025,408	2'735,919	10,830.5	67,388	3'839,545	
2	1'079,480	2'887,315	10,830.5	67,388	4'045,013	7'884,558
3	1'111,624	2'960,769	10,830.5	67,388	4'150,611	12'035,169
4	1'160,785	3'099,538	10,830.5	67,388	4'338,491	16'373,660
5	1'179,592	3'152,336	10,830.5	67,388	4'410,146	20'783,806

ANEXO No.14

ESTADOS FINANCIEROS

	Base de Comparación	AGO 1	AGO 2	AGO 3	AGO 4	AGO 5
Indice de Liquidez	1 2	1.57	2.51	3.47	4.27	5.16
Indice de Solv. Inmed.	1 1	1.25	2.18	3.13	3.94	4.8
Indice de Rot. Cred.	1 10	12	12	12	12	12
I. F. E.	1 50%	31.8	25.9	21.58	19.13	16.2
Rot. Inv.	1 15	13.78	13.68	13.24	13.08	12.66
Rot.Act.Fijo	1 5	3.7	4.38	6.09	7.93	14.17
R. E. S. I.	1 10%	40.4	30.42	23.26	20.29	17.15
Ind.Rend.Act.	1 20%	56.9	34.8	22.44	17.04	12.83
I.M.M.B.	1 10%	48.8	48.2	47.49	47.24	45.99

B. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el presente apartado se enlistaran los resultados obtenidos por medio de la metodología utilizada para efectuar el análisis de factibilidad del proyecto de instalación de una planta de Clorometanos en México, para después destacar los beneficios a obtener y finalmente concluir sobre la conveniencia o no de financiar el proyecto propuesto.

RESULTADOS I

Proyecto : Planta Productora de Clorometanos

Productos Principales : Cloruro de Metilo, Cloruro de Metileno y Tetracloruro de Carbono.

Productos Secundarios : Acido Clorhidrico Anhidro y al 30%

Principales Mat. Primas: Metanol, Cloro Liquido y Ac. Clorhidrico

Materiales Auxiliares : Sosa Liquida al 50% y Ac. Sulfurico Concentrado

Capacidad de la Planta : 39,000 Ton. \AÑO

Localización de la Planta: San del Rio, Querétaro

Ubicación de la Planta : Parque Industrial "Valle de Oro"

Superficie Requerida : 20,000 m²

Grado de Tecnología : Alta

Origen de Tecnología : Japón

Firma Licenciadora : Iokuyama Soda Co. Ltd.

Origen de Maquinaria y Equipo : Mexico y Japon.

Mano de Obra Requerida : 100 Trabajadores

Personal Administrativo : 21 Empleados

Inversión Total Requerida: \$ 7881 556,000.0

Ventas Anuales Promedio : \$ 18098'165.000.0
Utilidad Promedio Anual : \$ 3525 070.200.0
Tiempo de Recuperación : 2.3 Años
Tasa Interna de Rendimiento : 42.8% Anual
Tiempo de C onstrucción : 60 - 80 semanas

PRINCIPALES BENEFICIOS

- 1.- Importante Fuente de empleo para la zona de incidencia
- 2.- Sustitución de importaciones y ahorro de divisas
- 3.- Fomento a la Industria de Bienes de Capital Mexicana
- 4.- Amplia Garantía de Financiamiento
- 5.- Alto nivel de tributación Fiscal
- 6.- Atractivo nivel de rendimiento financiero

CONCLUSIONES

- 1.- Con base en el estudio de mercado realizado , se encuentra que los productos clorados de metano no se producen en cantidad suficiente para satisfacer al mercado nacional ; encontrándose un déficit tal, que se justifica la realización de un estudio de factibilidad para ser producidas en México.
- 2.- Se cuenta con la existencia de tecnología adecuada para la producción de los clorometanos.
- 3.- No existen limitaciones en la disponibilidad de materias primas y auxiliares, además de contar con el nivel de calidad necesario para lograr la pureza de productos que

se desea.

4.- Con base en el estudio de la localización de la planta se encuentra que no existe impedimento alguno para ubicarla en la Cd. de San Juan del Río, Qro. dentro del Parque Industrial "Valle de Oro", el cual cuenta con la infraestructura necesaria además de contar con la aprobación para instalar plantas químicas.

5.- En función de la demanda de los productos y la disponibilidad de materias primas se determina que la capacidad máxima de la planta será de 39,000 toneladas anuales.

6.- Por todo lo anterior, el proyecto de instalación de una planta de clorometanos en México es factible de realizarse.

7.- La Metodología utilizada proporciona :

- El conocimiento de materias no incluidas en el currículo de estudios de Ingeniero Químico y que están ampliamente ligadas a la Planeación, Administración y Dirección de Negocio fomentando con está, actitud emprendedora y mentalidad de liderazgo.

A P E N D I C E NO. " 1 "

D A T O S E C O N O M E T R I C O S

A-1 INDICES ECONOMICOS

Indice Anual Ce Cost Plant Index.

1957 - 59 = 100

1975 = 182.4

1976 = 192.1

1977 = 204.1

1978 = 218.8

1979 = 238.7

1980 = 261.2

1981 = 297.0

1982 = 314.0

1983 = 316.9

1984 = 322.7

1985 = 325.3

FUENTE : Chemical Engineering, FEB. 16, 1987, Vol. 94.2

Tipo de Cambio (Pesos por Dólar)

TIPO	ANUAL 1985	DIC. 1986
Controlado	371.50	923.0
Libre	447.50	914.50

FUENTE : Banco de México. Indicadores Económicos

Tasas de Interés Bancario

<u>TIPO</u>	<u>ANUAL 1985</u>	<u>DIC. 1984</u>
Cetes a 28 dias	71.18	98.12
Aceptaciones Bancarias	71.18	97.42
Pagarés a un mes	67.80	93.25
CPP.	65.66	95.33

FUENTE : Banco de México. Indicadores Economicos

A P E N D I C E NO. II

D A T O S T E C N I C O S

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	METANOL
FORMULA:	CH ₃ OH
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	32.04
DENSIDAD: (Gr/ml)	0.791
COLOR (APHA):	10 MAX
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	337.8

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	512.6
PRESION CRITICA: (atm)	79.9
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-48.08
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	8426
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² oF/Ft)	0.0083
CALOR ESPECIFICO. $C_p(T) = a + bT$ (Cal/Gr).	

a:	5.052
b:	1.694-2

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	18.587
B:	3626.55
C:	-34.29

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	CORO
FORMULA:	C 12
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	70.9
DENSIDAD: (Gr/ml)	1.563
COLOR (APHA):	
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	238.7

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	4.17
PRESION CRITICA: (atm)	76.0
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	0
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	4880
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /oF/Ft)	0.0043
CALOR ESPECIFICO. Cp (T) = a + bT (Cal/Gr).	
a:	6.432
b:	8.082 · 3

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	15.961
B:	1978.32
C:	-27.01

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	ACIDO CLORHIDRICO
FORMULA:	HCl
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	36.46
DENSIDAD: (Gr/ml)	1.193
COLOR (APHA):	10 MAX
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	188.1

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	324.6
PRESION CRITICA: (atm)	82.0
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-22.06
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	3860
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /oF/Ft)	
CALOR ESPECIFICO. Cp (T) = a + bT (Cal/Gr).	
a:	7.235
b:	-0.172-2

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	16.504
B:	1714.25
C:	-14.45

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	AQUA
FORMULA:	H ₂ O
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	18.01
DENSIDAD: (Gr/ml)	0.998
COLOR (APHA):	
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	373.2

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	647.3
PRESION CRITICA: (atm)	217.6
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-57.80
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	9717
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /oF/Ft)	0.381
CALOR ESPECIFICO. Cp (T) = a + bT (Cal/Gr).	

a:	7.629
b:	3.431-4

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	18.303
B:	3816.44
C:	-46.13

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TÉCNICOS:

PRODUCTO:	TETRACLORURO DE CARBONO
FORMULA:	CCl ₄
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	153.82
DENSIDAD: (Gr/ml)	1.584
COLOR (APHA):	10 MAX
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	349.7

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	556.4
PRESION CRITICA: (atm)	45.0
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-24.0
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	7170
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /of/Ft)	0.0052
CALOR ESPECIFICO. Cp (T) = a + bT (Cal/Gr).	

a:	9.725
b:	4.89-2

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	15.874
B:	2008.19
C:	-45.99

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	CLOROFORMO
FORMULA:	CHCl ₃
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	119.37
DENSIDAD: (Gr/ml)	1.489
COLOR (APHA):	10 MAX
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	334.3

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	536.4
PRESION CRITICA: (atm)	54.0
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-24.2
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	7100
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /oF/Ft)	0.0058
CALOR ESPECIFICO. $C_p (T) = a + bT$ (Cal/Gr).	
a:	5.733
b:	4.522-2

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	15.973
B:	2696.79
C:	-46.16

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	CLORURO DE METILENO
FORMULA:	CH ₂ Cl ₂
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	84.93
DENSIDAD: (Gr/ml)	1.317
COLOR (APHA):	10 MAX
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	313.0

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	510.0
PRESION CRITICA: (atm)	60.0
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-22.8
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	6690
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /oF/Ft)	0.0063
CALOR ESPECIFICO. Cp (T) = a + bT (Cal/Gr).	

a:	3.094
b:	3.877-2

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

A:	16.303
B:	2622.44
C:	-41.70

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

DATOS TECNICOS:

PRODUCTO:	CLORURO DE METILO
FORMULA:	CH ₃ Cl
PESO MOLECULAR: (Gr/mol)	50.48
DENSIDAD: (Gr/ml)	0.915
COLOR (APHA):	
TEMPERATURA DE EBULLICION (K):	248.9

CONSTANTES FISICOQUIMICAS:

TEMPERATURA CRITICA: (K)	416.3
PRESION CRITICA: (atm)	65.9
CALOR DE FORMACION: (Cal/Gr)	-20.63
CALOR DE VAPORIZACION: (Cal/Gr)	5120
CONDUCTIVIDAD TERMICA: (BTU/Hrft ² /oF/Ft)	0.0094
CALOR ESPECIFICO. Cp (T) = a + bT (Cal/Gr).	

a:	3.314
b:	2.422-2

CONSTANTES PARA LA ECUACION DE ANTONIE:

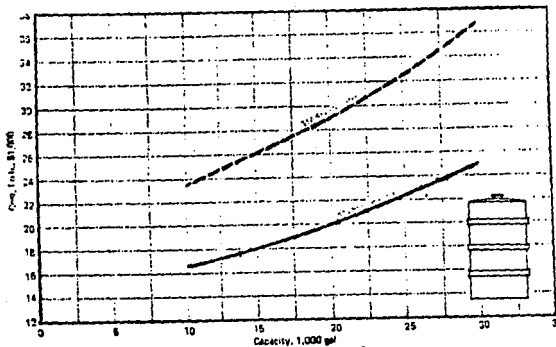
A:	16.105
B:	2077.97
C:	-29.55

A P E N D I C E N O . I I I

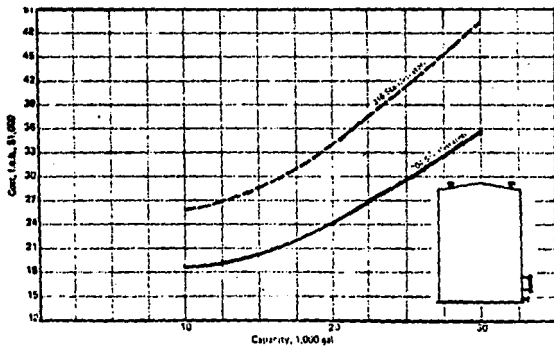
B A S E S P A R A L A E S T I M A C I O N D E C O S T O S

D E E Q U I P O Y M A Q U I N A R I A

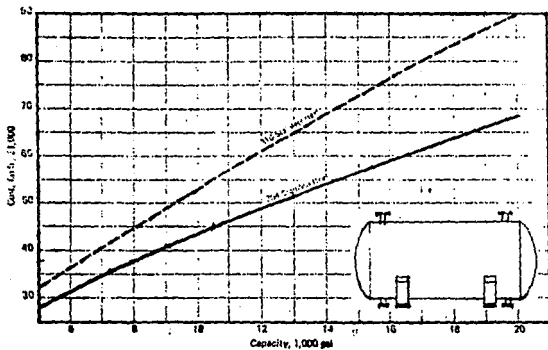
Tanque Vertical Atmosférico de Tapa Flotante y Fondo Plano, construido en Acero Inoxidable.



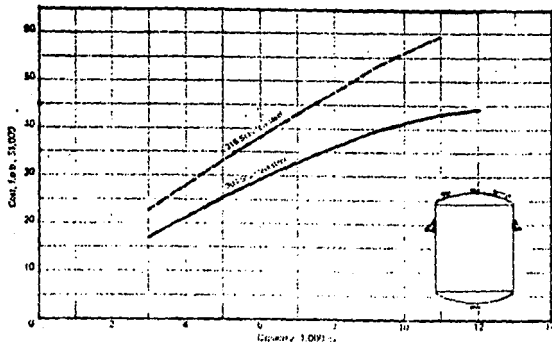
Tanque de Almacenamiento Vertical Atmosférico.



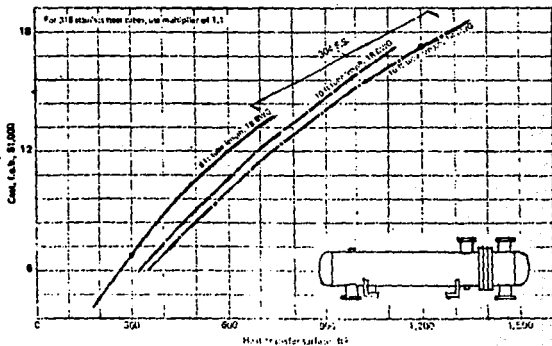
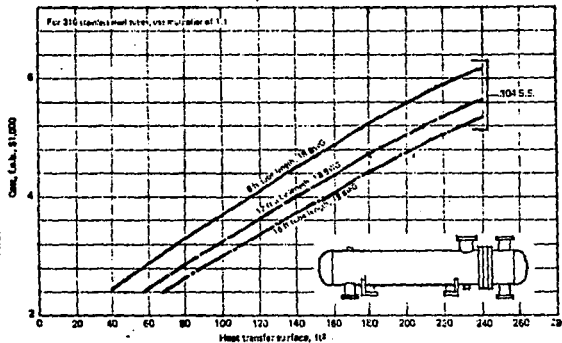
Tanque Horizontal, desde 50 psi. hasta vacío total
 construido en Acero Inoxidable.



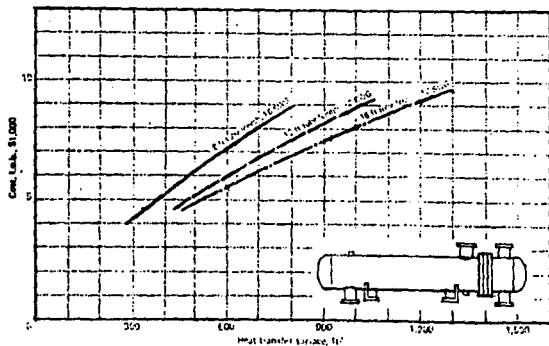
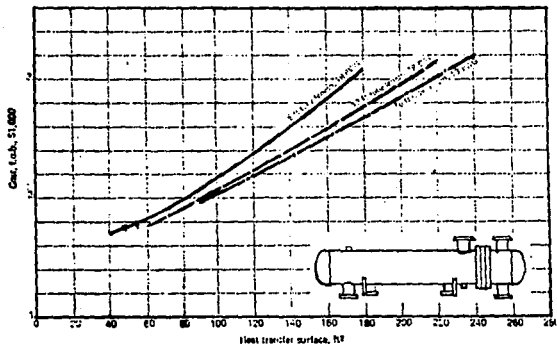
Tanque Vertical para vacío total construido en Acero
 Inoxidable.



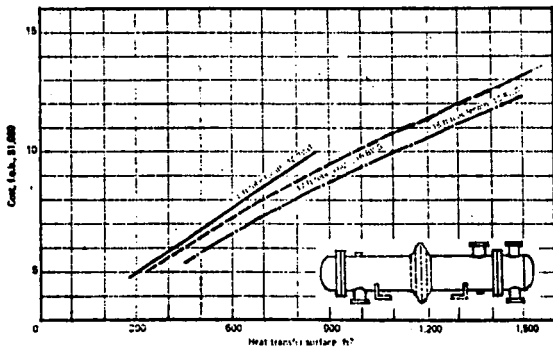
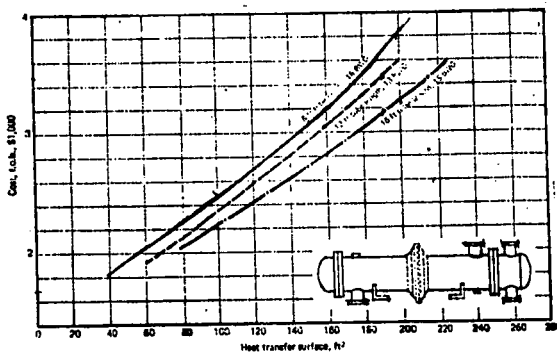
Cambiadores de Calor de Tubos en U de Acero Inoxidable
y Coraza de Acero al Carbon.



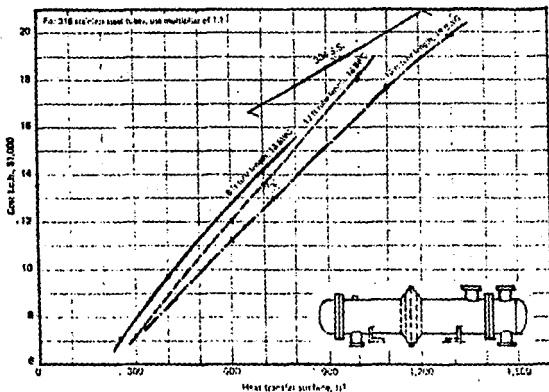
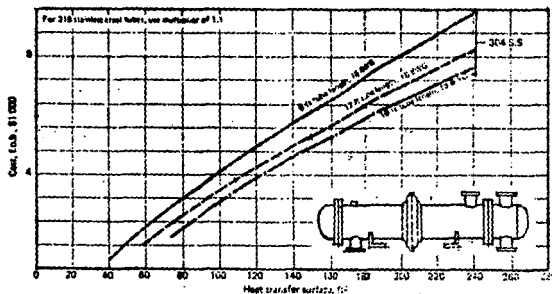
Cambiadores de Calor de Tubos en U y Coraza de Acero al Carbón.



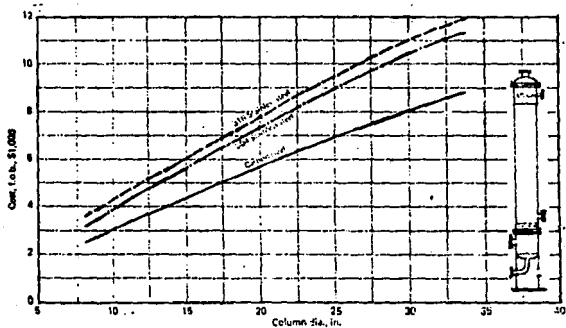
Cambiadore de Calor de espejos fijos de Coraza y Tubos
 en Acero al Carbón.



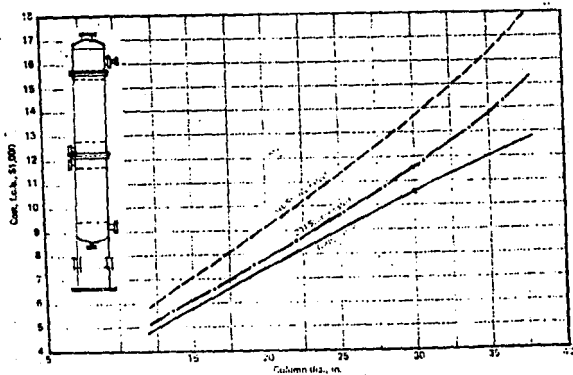
Intercambiadores de Calor de espejos fijos de Caraca y Tubos de Acero Inoxidable.



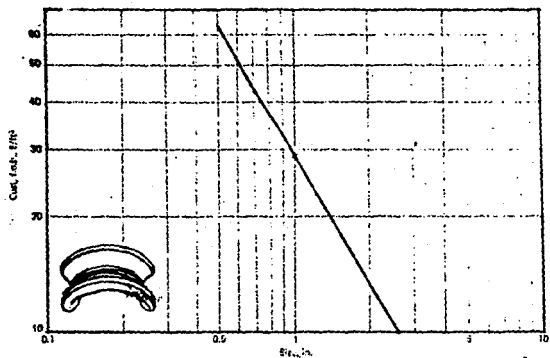
Torres Empacadas de cama simple, desde 25 psi. a vacío total desde 4 ft. de sección, construidas en Acero al Carbón e Inoxidable.



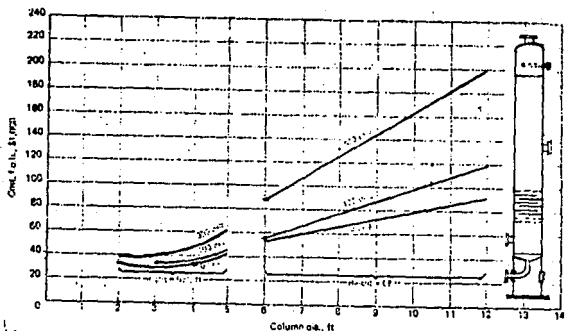
Torres Empacadas de cama doble, desde 25 psi. a vacío total desde 6 ft. de sección, construidas en Acero al Carbón e Inoxidable.



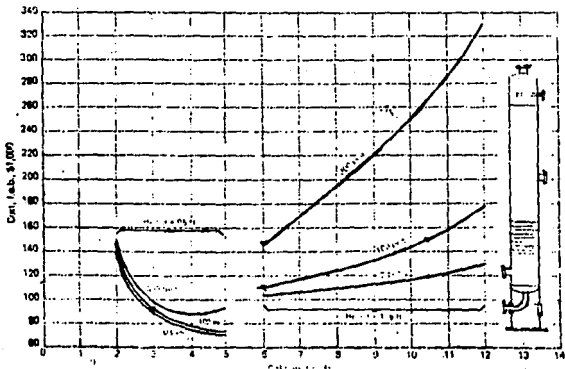
Empaques de Porcelana para Torre empacada de tipo selleta



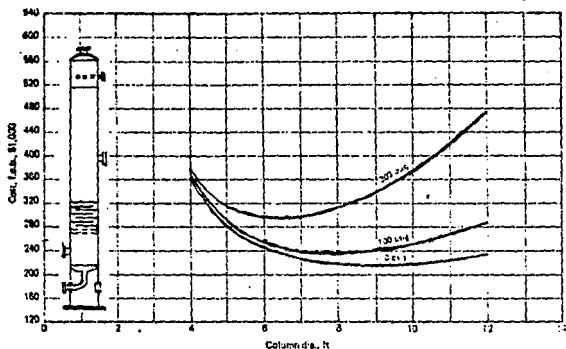
Columnas de Destilación, de 25 etapas reales, desde 2 a 12 ft. de Dia. de 57.5 ft y 68 ft. de altura para operar a 0, 100 y 300 psig.



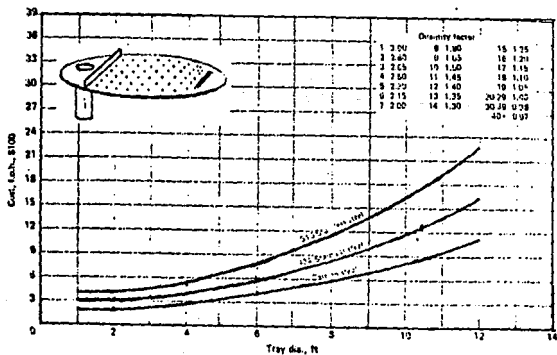
Columna de Destilación de 50 etapas reales desde 2 a 12 ft. de dia. de 95 ft. y 118 ft. de altura para operar a 0, 100 y 300 psig.



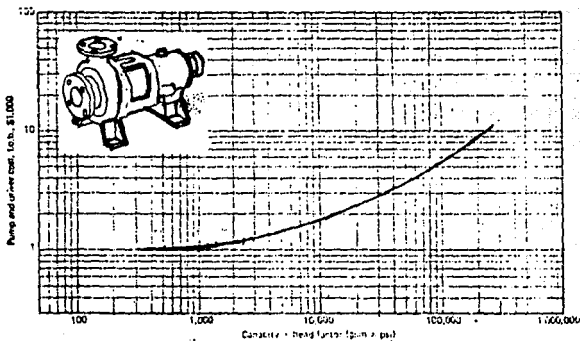
Columna de Destilación de 1000 etapas reales de 4-12 ft. de dia. de 17C ft. de altura, para operar a 0, 100 y 300 psig.



Platos perforados de 1-12 ft. de dia., construidos en Acero al Carbón e Inoxidable.



Bombas Centrifugas y accionadores. (Bomba-ANSI, Accionador TEEC).



10. BIBLIOGRAFIA

- ARIES ROBERT S. y R.D. NEWTON
"Chemical Engineering Cost Estimation"
Mc. Graw Hill Book Co. 1955.
- ASOCIACION NACIONAL DE INDUSTRIALES DE LA QUIMICA
"Anuario estadístico de la ANIQ 1985"
México 1985.
- BANCO NACIONAL DE MEXICO
"Boletín Mensual Economico"
Centro de Estudios Economicos de Banamex.
- BANCO DE MEXICO
"Formulario para Evaluacion de Proyectos"
Fondo de Equipamiento Industrial.
- DE LA MADRID HURTADO MIGUEL
"Plan Nacional de Desarrollo 1982-1988"
Presidencia de la Republica.
- FRANCE PETROLEUM INSTITUTE
"Handbook of Design"
Paris, Francia 1980.
- HALL S. RICHARD, J. MANILER y K.J. McNAUGHTON
"Cost of Process Equipment"
Chemical Engineering, Abril 1982.

-HANDBOOK OF CHLORIDE

American Chloride Institute.

-HYDROCARBON PROCESS

"Handbook of Process"

Mc Graw Hill Book Co. N.Y. 1980.

-LUDWIG

"Chemical and Petrochemical Plant Design"

Gulf Publishing.

-MORENO FERNANDEZ JOAQUIN

"Las Finanzas en la Empresa"

UNAM, México 1983.

-NELSON W.L.

"Petroleum Refinery Engineering"

Mc Graw Hill Book, N.Y. 1968.

-PATERSON

"Manual de Equipo de Intercambio Térmico"

Paterson & Kelley Co. Cleveland, Ohio.

-PERRY H. ROBERT

"Chemical Engineering Handbook"

Mc Graw Hill Book N.Y. 1965.

-PETERS M.S. y THIMMERHAUS K.O.

"Plant Design and Economics for Chemical Engineers"

Mc Graw Hill Book N.Y. 1968.

-PETROLEOS MEXICANOS

"Boletín de Evaluación Continua".

-RASE HOWARD S. y N.H. BARROW.

"Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso"

CECSA. México 1980.

-SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

"Parques Industriales de México"

México 1980.

-SOLOMONS I.W.G.

"Química Orgánica"

Editorial Limusa, México 1981.