

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EVALUACION ECONOMICA DE UNA NUEVA PLANTA PARA
LA OBTENCION DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO
EN EL COMPLEJO PETROQUIMICO DE PAJARITOS, VER.

MANUEL RENAN DOMINGUEZ GOMEZ

INGENIERIA QUIMICA

1973

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

LAB. TESIS 1973
ABQ. M-88 at 85
FECHA _____
PROC. _____
8 _____



QUÍMICA

PRESIDENTE: Quia. Julio Terán Z.

VOCAL: Ing. Eduardo Rojo y de Regil

JURADO ASIGNADO ORIGINAL
MENTE SEGUN EL TEMA

SECRETARIO: Ing. Mayo Martínez K.

1er. SUPLENTE: Ing. Antonio Reyes CH.

2o. SUPLENTE: Ing. Fernando Iturbe

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: Petróleos Mexicanos

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE: _____

Sr. Manuel Renán Domínguez Gómez

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA: _____

Ing. Mayo Martínez Kahn

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUPERVISOR TECNICO: _____

Ing. Anuar Karan A.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Manuel R. Domínguez y Luz del Alba G. de Domínguez

A MIS HERMANOS:

Virgilio, Edelmira, Vidaura, Ena y Nadia.

A MIS FAMILIARES

A: Lusha

A LOS SEÑORES:

Ing. Anuar Karam A.

Ing. Francisco Mondragón

Ing. Mayo Martínez K.

A mis maestros

A mi terruño querido

INDICE

C O N T E N I D O

- I.- INTRODUCCION
- II.- ANTECEDENTES
- III.- GENERALIDADES SOBRE EL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO Y CLORURO DE POLIVINILO
- IV.- MERCADO MUNDIAL Y NACIONAL
- V.- DESCRIPCION DE LOS PROCESOS COMERCIALES --- PARA LA OBTENCION DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO. SELECCION
- VI.- ANALISIS ECONOMICO. FACTORES MICRO Y MACRO-ECONOMICOS
- VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VIII.- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

I.- INTRODUCCION:

I.1.- Objetivo:

La presente tesis profesional tiene como propósito el evaluar económicamente las nuevas instalaciones que recientemente se inauguraron en el complejo petroquímico de Pajaritos, Ver., para obtener monómero de cloruro de vinilo.

La presente evaluación se hace conforme al punto de vista de la empresa estatal Petróleos Mexicanos y siguiendo sus métodos y técnicas de evaluación de proyectos.

I.2.- Bases:

Se considera que la planta de monómero de cloruro de vinilo cumplirá con los siguientes objetivos:

- A).- Satisfacer la demanda del mercado interno nacional.
- B).- Exportar el monómero al mercado de la ALALC (Asociación Latinoamericana de Libre Comercio) una

X

vez que la demanda nacional haya -
sido satisfecha.

Las bases son las siguientes:

Localización de la Planta: Pajaritos, Ver.

Capacidad de diseño: 70 000 ton/año

Proceso a usar: Oxidación de Scienti
fic Design.

CAPITULO II

II.- ANTECEDENTES:

"Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, en Materia Petroquímica".

II.1.= "INDUSTRIA PETROQUIMICA"

Artículo 1o.- La industria petroquímica consiste en la realización de procesos químicos o físicos para la elaboración de compuestos a partir-total o parcialmente de hidrocarburos naturales - del petróleo, o de hidrocarburos que sean productos o subproductos de las operaciones de refinación con la exclusión de los productos básicos genéricos de refinación y los subproductos a que se refiere el artículo 23 del Reglamento de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo de 24 de agosto de 1959.

Artículo 2o.- Corresponde a la Nación por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha Institución o asociados a la misma, creados por el Estado, en los

que no podrán tener participación de ninguna especie los particulares, la elaboración de los productos que sean susceptibles de servir como materias-primas industriales básicas, que sean resultado de los procesos petroquímicos fundados en la primera-transformación química importante o en el primer -proceso físico importante que se efectúe a partir-de productos o subproductos de refinación o de hidrocarburos naturales del petróleo.

Artículo 3o.- La elaboración de aquellos productos de la industria petroquímica, con exclusión de los señalados en el artículo 2o, que a juicio -de la Secretaría del Patrimonio Nacional, previa -opinión de la Comisión Petroquímica Mexicana, tengan un interés económico o social fundamental para el país, será llevada a cabo por la Nación por conducto de Petróleos Mexicanos, o de sus organismos-o empresas subsidiarias o, también a juicio de la-Secretaría del Patrimonio Nacional, por organismos descentralizados o empresas de participación estatal formados íntegramente por mexicanos, ya sean -solos o asociados con sociedades de particulares -formados asimismo íntegramente por mexicanos.

Artículo 4o.- La elaboración de productos --
químicos que sean resultado de los procesos subse-
cuentes a los señalados en los artículos anterio--
res, constituyen el campo en que podrán operar in-
distintamente y en forma no exclusiva, la Nación,-
los particulares o las sociedades particulares que-
tengan una mayoría de capital mexicano, ya sea so-
los o asociados con la Nación por conducto de Pe--
tróleos Mexicanos; o con organismos o empresas sub-
sidiarias de Petróleos Mexicanos.

Artículo 5o.- La Secretaría del Patrimonio -
Nacional, oyendo previamente la opinión de la Comi-
sión Petroquímica Mexicana, determinará los produc-
tos que deban quedar o no dentro del campo de ----
acción exclusivo de la Nación o reservados a la Na-
ción en asociación con las sociedades de particula-
res a que se refieren los artículos 2o y 3o de ---
este Reglamento, así como los productos que sean -
resultado de los procesos subsecuentes y revisará-
cada vez que lo considere necesario las determina-
ciones que hubiere hecho, ya sea de oficio o a so-
licitud de la Comisión Petroquímica Mexicana.

Fuente: Diario Oficial de la Federación. 9 de fe-
brero de 1971.

Otra definición de la petroquímica es la señalada en el Diario Oficial del 25 de agosto de 1959, la cual dice al pie de la letra:

Petroquímica

Artículo 26.- La petroquímica consiste en la elaboración de compuestos no comprendidos dentro de los productos básicos genéricos de refinación-- a que se refiere el artículo 23, a partir total o parcialmente de hidrocarburos naturales del petróleo o de hidrocarburos que sean productos o subproductos de las operaciones de refinación.

El artículo 23 dice:

Refinación

Artículo 23.- La refinación petrolera comprende los procesos industriales que convierten los hidrocarburos naturales en cualquiera de los siguientes productos básicos genéricos: combustibles líquidos o gaseosos, lubricantes, grasas, parafinas, asfaltos y solventes, y los subproductos que generen dichos procesos.

El Diario Oficial del 9 de abril de 1960 cita un acuerdo del Poder Ejecutivo Federal que a la letra dice:

ACUERDO

Primero.- De conformidad con lo que dispone el artículo 27 del Reglamento de la Ley Reglamentaria - del artículo 27 Constitucional en el Ramo de Petr6-- leo, corresponde a la Nación por conducto de Petr6-- leos Mexicanos o de organismos o empresas subsidia-- rias de esta Institución o asociados a la misma, --- creados por el Estado, en los que no podrán tener -- participación de ninguna especie, los particulares, -- la elaboración de los siguientes productos de petro-- química básica.

Etileno	Metanol
Poliétileno	Isopropanol
Propileno	Cloruro de Etilo
Polipropileno	Bicloruro de Etileno
Dodecilbenceno	Cumeno
Benceno	Amoniaco
Butadieno	Xileno
Tolueno	Estireno

Segundo.- La enumeración de productos de pe--- troquímica básica contenida en el artículo anterior, podrá ser adicionada o modificada por acuerdo del --

Ejecutivo, dictado con la intervención de las Secretarías del Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio, oyendo la opinión de Petróleos Mexicanos, - con apoyo en consideraciones de carácter técnico o de interés económico fundamental para el Estado debidamente apreciadas y comprobadas, en virtud de -- las cuales se demuestre que determinado producto reú ne o no posee las características que el artículo- 27 del Reglamento de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el Ramo de Petróleo, seña la como características de los productos de la pe- troquímica básica comprendidos dentro del campo de acción reservado en forma exclusiva a la Nación.

La Memoria de Labores de 1972 de PEMEX lista los--- 30 productos de petroquímica básica que elaboraba-- a esa fecha:

Acetaldehído	Etano
Acido cianhídrico	Etilbenceno
Acido muriático	Etileno
Acrilonitrilo	Heptano
Alquilarilo pesado	Hexano
Amoníaco	Alcohol isopropílico
Anhídrido carbónico	Meta y para Xileno
Aromáticos pesados	Alcohol metílico
Azufre	Ortoxileno

Benceno	Oxido de etileno
Ciclohexano	Poli-etileno
Cloruro de vinilo	Propileno
Dicloroetano	Sulfato de amonio
Dodecibenceno	Tetrámero de propileno
Estireno	Tolueno

II.2.- PRODUCTOS DE PETROQUIMICA SECUNDARIA

Fuente: Gerencia de Petroquímica . PEMEX

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1.- Aceleradores y Antioxidantes de hule. | 18.- Acido maleico. |
| 2.- Acetato de butilo. | 19.- Acido málico. |
| 3.- Acetato de celulosa. | 20.- Acido mono-cloro acético. |
| 4.- Acetato de etilo. | 21.- Acido terftalico. |
| 5.- Acetato de Isopropilo. | 22.- Acidos cloro-fenoxiaceticos. |
| 6.- Acetato de vinilo. | 23.- Aditivos para lubricantes. |
| 7.- Acetona. | 24.- Alkil fenoles. |
| 8.- Aceto-fenona. | 25.- Anhídrido acético. |
| 9.- Aceton-cianhidrina. | 26.- Alcohóh etílico - y acetona. |
| 10.- Acido acético. | 27.- Alcohóhles polivinílicos. |
| 11.- Acidos acrílicos. | 28.- Adipo nitrito. |
| 12.- Acido adípico. | 29.- Amidas orgánicas. |
| 13.- Acidos aril sulfunicos. | 30.- Anhídrido ftalico y maleico. |
| 14.- Acido benzóico. | 31.- Anilina. |
| 15.- Acido fumárico. | |
| 16.- Acido isoftalico. | |
| 17.- Acido nítrico. | |

- 32.- Antraquinona.
- 33.- Benzidina.
- 34.- Benzaldehído.
- 35.- Benzoatos y perbenzoatos.
- 36.- Bisfenol A.
- 37.- Butanol.
- 38.- Butirato de polivinilo.
- 39.- Butir aldol.
- 40.- Butir aldehído.
- 41.- Caprolactama.
- 42.- Carboximetil-celulosa.
- 43.- Cianuros.
- 44.- Ciclohexanol y ciclohexanona.
- 45.- Clorhidrato de anilina, bencidina, toluidina y tolidina.
- 46.- Clorobencenos.
- 47.- Dialkil ditiofosfatos.
- 48.- Detergentes y sulfactantes no-ionicos.
- 49.- Difenil aminas.
- 50.- Dinetil terftalato.
- 51.- Etanol amina.
- 52.- Eteres glicólicos.
- 53.- Dos etil etehexanol.
- 54.- Etilen glicol.
- 55.- Etilen cianhidrina.
- 56.- Epiclorhidrina.
- 57.- Fenol.
- 58.- Fenoles bloqueados.
- 59.- Formaldehído.
- 60.- Fosfatos de amonio.
- 61.- Ftalatos.
- 62.- Hexano tilen-diamina.
- 63.- Hules sintéticos.
- 64.- Intermedios para colorantes.
- 65.- Metacrilato de metilo.
- 66.- Metil aminas.
- 67.- Metil-etil e --- hidroxi-etil celulosa.
- 68.- Metil isobutil - carbinol.
- 69.- Metil isobutil - cetona.
- 70.- Metil etil cetona.
- 71.- Nitrato de amonio.
- 72.- Nitro tolueno.
- 73.- Negro de humo.
- 74.- Nitro benceno.
- 75.- Octoatos.
- 76.- Oxido de mesitilo.
- 77.- Poliacrilo nitrilo.

- | | |
|--|--|
| 78.- Parafinas cloradas. | 93.- Cloruro de poli
vinilo. |
| 79.- Penta cloro nitro--
benceno. | 94.- Copolímero de -
cloruro y aceta
to de vinilo. |
| 80.- Penta clorofenol. | 95.- Copolímero de -
estireno-butadie
no. |
| 81.- Penta eritritol. | 96.- Croton aldehido. |
| 82.- Propilen glicoles. | 97.- Derivados de ace
tileno. |
| 83.- Pantolenato de cal
cio. | 98.- Dítio carbazatos. |
| 84.- Parationes y mala
tiones. | 99.- Sulfato de amonio. |
| 85.- Peróxido de benzoilo. | 100.- Taninos sintéticos. |
| 86.- Peróxido de terbutilo | 101.- Tiuramilo. |
| 87.- Peróxido de metil etil
cetona. | 102.- Tolidina. |
| 88.- Resinas acrilonitrilo-
butadieno-estireno(ABS) | 103.- Toluidina. |
| 89.- Resinas estireno acril
nitrilo.(ASS). | 104.- T.N.T. |
| 90.- Resinas epóxicas. | 105.- Tributil fósforo--
trítioito. |
| 91.- Cloruro de benzilo. | 106.- Tetraetilo de plomo. |
| 92.- Cloruro de colina. | 107.- Urea. |

Nota: esta lista está sujeta a cambios dictados por la Comisión Petroquímica Mexicana y la Secretaría del Patrimonio Nacional.

La industria petroquímica es el sector más dinámico dentro de la economía nacional ya que durante el período de 1959 a 1970 ha aumentado su producción con una tasa anual promedio de 43.4%.

Referencia: García Luna, J. "Éxitos y problemas de la Petroquímica Básica" Ponencia en la primera-reunión nacional de petroquímica en Minatitlán, Ver. Febrero 1970.

II.3.- Situación pasada.- En el año de 1959 se instalaron las primeras cuatro plantas petroquímicas con una inversión aproximada de 93 millones de pesos y una producción anual de 47,000 ton. métricas ; para 1964 la producción ascendió a 420 705 ton. métricas. En el lapso de 1965 a 1969 los esfuerzos se multiplicaron habiéndose reflejado en la entrada en operación de otras 21 nuevas plantas, cuya inversión total ascendió al orden de 1 980 millones de pesos y una producción anual de 1,721,000 toneladas para 1969.

La inversión pública en 1970 fué de 30 250 millones de pesos, de los cuales 11 700 millones (38.7%) se destinaron al sector industrial (electricidad, petróleo, petroquímica, fertilizantes, siderurgia, etc.)- De los 11 700 millones, correspondieron a la industria petroquímica el 11.2% o sean 1 315 millones de pesos.

Para el año de 1972 se alcanzaron las cifras siguientes en petroquímica básica:

Producción: 2,320,350 ton. ó 10.7% más que en el año de 1971.

Para fines de 1972 se encontraban en construcción - 10 plantas petroquímicas básicas y 3 más en proceso de ingeniería.

II.6.- Problemas.- La demanda nacional de productos petroquímicos no ha sido satisfecha, demostrándolo el hecho de haberse importado 579,642 toneladas de productos petroquímicos en 1972.

Los problemas pueden catalogarse en un orden lógico, aún cuando su importancia es la misma para cada grupo:

1o.- Económicos.

2o.- Técnicos.

3o.- Humanos.

Primer grupo: El eje de este tipo de problemas estriba en la necesidad de aumentar la producción global a un ritmo del 30% al 50% anual, como ha venido sucediendo. (43%)

Esto indica que se debe disponer de recursos económicos que hagan frente a las necesidades de inversiones altas, superior a las hechas en otros tipos de industrias, en donde las tasas normales de crecimiento -- anual andan del orden del 7 al 15%.

El problema principal reside en el hecho de que debido al crecimiento explosivo en la demanda de produc-

tes petroquímicos, es necesario incrementar la producción en un 40% anual y por lo tanto hacer continuamente cuantiosas inversiones.

Por otra parte la industria petroquímica básica actual no genera los recursos económicos suficientes aún cuando si dá buenos márgenes de utilidad; ejemplo: el gas natural al ser transformado en amoniaco adquiere un valor de venta del 60% con respecto al valor de venta del mismo como combustible.

Con el objeto de ir ampliando o creando nuevas plantas conforme la demanda del mercado lo exige, se ha recurrido a los empréstitos de capital a largo plazo y bajos intereses. Esta política es criticable desde el punto de vista de que día a día el país se endeuda más y es sana, porque siendo el mejor camino a seguir en este caso, contribuye con dinamismo al desarrollo económico del país. Desde luego este endeudamiento se puede controlar.

El endeudamiento total de PEMEX asciende a 16 000 millones de pesos aproximadamente y se considera que es una situación muy difícil, derivada de mantener precios sumamente bajos con respecto al mercado mundial.

Por otro lado se ha recurrido a las importaciones, pero esto implica fuga de divisas. El problema no es pues la insuficiencia de mercado como sucede en la mayoría de -

Los Países Latinoamericanos, ya que el país está -- atravezando por lo que se ha dado en llamar el "despege económico" el cual está caracterizado por el incremento considerable en la demanda de los productos.

En otras palabras, la cuestión es que cuando una -- planta entra en operación, la demanda se duplica o es mayor que la capacidad instalada de la planta. -- Existe por lo tanto un "defasamiento".

La solución puede estar en la instalación de plantas gigantescas que eliminen la persecución de la demanda causada por unidades de pequeñas capacidades y altos costos, pero dentro de un marco de planeación, con miras a exportar a Países de la región.

Segundo grupo: Ya que México no desarrolla una investigación de gran envergadura, aún cuando el -- I.M.P. (Instituto Mexicano del Petróleo) ya la inicia, la aplicación de patentes nuevas de procesos -- presenta problemas por falta de experiencia en la operación de las plantas que las utilizan.

El I.M.P. desarrolló las patentes de los procesos de la planta de "Especialidades Petroquímicas" de

San Martín Texmelucan, Pue., la cual produce desparafinantes, desemulsionantes, etc.

Esto trae como consecuencia que la mayoría de las plantas petroquímicas tengan problemas, alcanzando su producción de diseño 2 ó 3 años después de haber arrancado.

Por otro lado, actualmente las plantas emplean -- condiciones de operación muy extremas; desde una presión al vacío (butadieno) hasta 1 300 atmósferas (polietileno baja densidad) con temperatura -- de 100° C bajo cero hasta 1,000° C (amoníaco, plantas criogénicas para recuperación de etano).

Por consiguiente los materiales usados deben guardar cualidades excepcionales para resistir las -- condiciones según el caso.

Tercer grupo: Debe continuarse con la política de capacitación de personal, instruyéndose a los técnicos en el manejo y operación de las nuevas plantas y para las innovaciones tecnológicas que se -- efectúan en las ya existentes.

Para que la industria petroquímica de 1a. transformación o básica, secundaria o derivada y de fer

tilizantes, cumpla con la tarea de constituirse en el sector más dinámico de la economía nacional, de manera que sustente el desarrollo agrícola industrial y social del país, deberá moverse bajo el marco de las políticas siguientes:

- 1o.- Correcta planeación y jerarquización de los proyectos que presentan mayor beneficio al país.
- 2o.- Integración de la industria petroquímica a la estructura económica del país que traerá un mejor y mayor aprovechamiento de las materias primas petroquímicas.
- 3o.- Adiestramiento y capacitación de personal especializado.
- 4o.- Impulso a la investigación científica y tecnológica aplicada.
- 5o.- Continuidad en la política nacional en vigor para la petroquímica básica y que la participación extranjera en la petroquímica de

rivada se siga limitando a las disposiciones de la Ley, dando todo el apoyo necesario a los inversionistas mexicanos.

6o.- Financiamientos nacionales y extranjeros.

7o.- Producción en gran escala y bajos costos para abastecer al país y competir en los mercados internacionales.

II.7.- Importancia de los plásticos y su relación con otras industrias. - El petróleo ha sido la principal fuente de materias primas para la industria del plástico. En el esquema del anexo # I se muestran las conexiones generales que guardan las industrias petroleras, petroquímicas (plástico, etc.) y la química orgánica derivada. Se observa que los plásticos principales son: polietileno, poliestireno, cloruro de polivinilo y polipropileno.

Las industrias de la resina y del plástico en México han crecido a un ritmo anual superior al 20% en los últimos años y se estima que este porcentaje se mantendrá similar cuando menos en los próximos cinco años.

La industria del plástico se inició con la elaboración de artículos terminados a partir de resinas importadas.

Dentro de los plásticos corresponde al cloruro de polivinilo la mayor tasa de crecimiento en su demanda. Esto se debe a la diversidad de sus propiedades y aplicaciones.

Petróleos Mexicanos produce actualmente 19,500 toneladas anuales del monómero de cloruro de vinilo en su complejo industrial de Pajaritos, Ver., en una planta que inició sus operaciones en 1967.

Actualmente hacen las pruebas para iniciar la operación de una nueva planta para producir 70,000 toneladas anuales que se integrará al mismo complejo y que fué inaugurada en marzo del presente año.

CAPITULO III

GENERALIDADES SOBRE EL MONÓMERO DE CLORURO DE VINILO Y CLORURO DE POLIVINILO.

III.1.- Monómero de cloruro de vinilo.

a).- Características:

El monómero cuya fórmula es $\text{CH}_2=\text{CHCl}$, se caracteriza por ser un gas tóxico, incoloro, de olor dulce y agradable. En altas concentraciones causa anestesia.

El mayor peligro, común en la mayoría de los gases orgánicos, es el riesgo al fuego y explosión.

b).- Manejo y almacenamiento:

El envío del monómero requiere la adición de inhibidores fenólicos para evitar la polimerización anticipada.

El cloruro de vinilo se puede almacenar en cilindros de acero, carros tanque o tanques de almacenamiento. El monómero debe ser almacenado bajo una ligera presión para mantenerlo líquido ya que a la temperatura ambiente es gaseoso.

Los recipientes pueden presionarse con gas inerte.

*
c).- Impurezas:

Algunas impurezas que se pueden encontrar en el monómero son: acetileno, fierro, oxígeno, agua, acetaldehídos, etileno, cloro, ácido clorhídrico.

d).- Propiedades físicas:

En el anexo # II se muestra una tabla con las principales características físicas del cloruro de vinilo.

e).- Usos:

El monómero se utiliza en la fabricación de copolímeros y homopolímeros.

Cuando se trata de copolímeros, éstos están formados generalmente por dos monómeros: acetato y cloruro de vinilo. El porcentaje más común es 40% de acetato y 60% de cloruro, existiendo otras composiciones.

III.2.- Cloruro de polivinilo.

Las características principales del homopolímero de cloruro de vinilo son las siguientes:

- 1).- Resistente a la abrasión.
- 2).- Resistente a la humedad, lo cual se traduce en una reducción en el espesor a 2/3 si se usara cloruro de polivinilo, en lugar de hule.
- 3).- Bajo costo.
- 4).- Fácil extrusión.
- 5).- Resistencia al ataque de diversos productos químicos.
- 6).- No inflamable.
- 7).- Superficie pulida y magnífica presentación.
- 8).- Homogeneidad y resistencia a la ruptura.
- 9).- Excelentes características de envejecimiento y resistencia al desgaste por agentes -- atmosféricos.
- 10).- Resistencia a:
 - Hidrólisis.
 - Oxidación.
 - Solventes.
 - Aceites.
 - Productos químicos, alkalis, ácidos, alcoholes, hidrocarburos, -- alifáticos, detergentes.
- 11).- Resistente al impacto y a la deformación.
- 12).- Libre del mal olor, sabor. No es tóxico.

III.2,1.- Aplicaciones de cloruro de polivinilo.

a).- Aislamientos eléctricos:

En este aspecto ha desplazado al hule, aprovechando las propiedades antes mencionadas. Como material aislante, es aceptable para--prestar servicios en condiciones superiores a 105° C y 600 volts. No tiene mucha aceptación a temperaturas elevadas.

Se utiliza en la fabricación de: forros de herramientas, cables eléctricos, circuitos de radio, teléfono, etc.

b).- Espumas:

Las espumas flexibles no son muy elásticas--por lo cual la mayor parte de la producción se destina a pisos, tapices y accesorios.

Las principales aplicaciones de las espumas vinílicas son en: recubrimiento de pisos,--tapicería, juguetes, alfombras, flotadores, suela de zapatos, asientos, cojines, equipajes.

c).- Barnices:

Los barnices vinílicos son formulados para--darles alta resistencia a los medios químicos.

Son resistentes al intemperismo y envejecimiento; a la transmisión de vapor húmedo y absorción de agua por lo cual son adecuados para -- evitar la corrosión.

d).- Fibras:

Las fibras de cloruro de polivinilo se producen en Europa y Japón. En los Estados Unidos se -- produce principalmente fibras de copolímeros -- como el DYNEL de Union Carbide (60% de cloruro de vinilo y 40% de acrilonitrilo). Y el VINYON de American Viscose (85% de cloruro de vinilo- y 15% de acetato de vinilo).

Sus aplicaciones más comunes son: mantas, cortinas, filtros para agua, tapetes para autos y sillas.

e).- Empaques:

El volumen de cloruro de polivinilo en empaques representa aproximadamente el 5% del consumo -- mundial.

Las aplicaciones son:

Películas flexibles y rígidas, botellas para vino, perfumería, cosméticos, aceites, detergentes, etc.

2).- Aplicaciones en edificios: (cloruro de polivi-
nilo rígido).

El área de aplicación de este tipo de políme-
ro es mayor que cualquier otra.

En Estados Unidos se aplica en tubería, inte-
riores y exteriores de edificios, en tapizados
de paredes, marcos de ventanas y puertas, per-
sianas, techos, arterón de edificios, cancelas
de desagüe, marquesinas se aprovecha de esta
forma su estabilidad a la luz ultravioleta y
la resistencia al intemperismo.

La principal ventaja del cloruro de polivini-
lo sobre otros plásticos es que no es infla-
ble; sobre el acero, su resistencia a la co-
rrosión, peso ligero y facilidad de instala-
ción.

3).- Cubiertas de piso:

Son de bajo costo, durables, elegantes; se --
usan en forma de lozas.

h).- Resistencia química:

El cloruro de polivinilo tiene una excelente - resistencia a los ácidos inorgánicos y álcalis así como a una amplia variedad de compuestos - inorgánicos.

Su resistencia al ozono y oxígeno es considerable.

La resistencia química del cloruro de polivinilo comienza a decaer arriba de 60°C cuando se aproxima al punto de ablandamiento; entonces, se dilata o es atacado por solventación de hidrocarburos aromáticos, aminas aromáticas, cetonas, hidrocarburos clorados, ésteres aromáticos, anhídrido acético y nitrocompuestos.

El homopolímero es soluble en ciclohexanona, nitrobeneno y en mezcla de cetona-benceno-metil etil cetona y es atacado por la piridina y disulfuro de carbono.

El cloruro de polivinilo puede ser usado en tuberías para líneas de transmisión de gas con bajo contenido de hidrocarburos aromáticos ya que altas concentraciones pueden causar su ablandamiento y la pérdida o deterioro de sus propiedades físicas.

CAPITULO IV

IV.- MERCADOS DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO Y CLORURO DE POLIVINILO.

Para analizar el mercado del polímero cloruro de polivinilo se analiza en primer término su situación mundial y posteriormente la nacional. Se aclara que aún cuando el aumento en la demanda a nivel mundial no es muy halagadora, en el mercado nacional sí lo es, ya que la rama industrial de los plásticos y en especial del cloruro de polivinilo es muy prometedora debido a su diversidad de usos y su aparición relativamente reciente (15 años).

IV.1.- Situación mundial del cloruro de polivinilo.

Los principales factores que han influido en el rápido crecimiento de la demanda mundial del polímero son:

- a).- Su bajo costo.
- b).- Facilidad de ser procesado para darle formas rígidas, flexibles.
- c).- Sus excelentes propiedades físicas y químicas.
- d).- La disposición de una amplia variedad de técnicas que in-

cluyen:

Galandrado: tapicería, pisos, bandas planas.

Extrusión: mangueras, tuberías, contornos -
para ventanas, suelas para zapatos,
tacones.

Inyección: pistones para bombas.

Moldeo: tacones.

Soplado: películas

La tasa de crecimiento de éste polímero excederá el 12% anual durante los próximos cinco años en base al consumo de los años anteriores y el mercado futuro.

IV.2.- Producción.

La producción mundial ha crecido con una tasa de 15% anual durante los últimos 20 años, alcanzándose una producción total de 5.5 millones de ton. métricas en 1972. (FUENTES: SEARCH 1971)

Los pronósticos para el año de 1975 aparecen en el anexo III.

La tasa anual promedio de crecimiento ha disminuido desde 35% en el período de 1945-1950- a 16% en el período 1960-1965 y 12% a 14% de 1965-1970.

* En el anexo IV se ilustra esta tasa de crecimiento.

/ En el anexo IV-A aparecen las áreas de distribución de producción de cloruro de polivinilo para 1970 y 1980.

* La producción de cloruro de polivinilo de 1950 a 1970 se ilustra en el anexo V.

/ De los valores reportados se nota una gran diferencia entre la producción de los países industrializados de Norteamérica, Europa Occidental y Japón, por una parte, y el resto del Mundo Occidental por otra. Para el año de 1966 la producción por cápita del primer grupo fué de aproximadamente 5 Kg contra menos de 0.1 Kg -- para el segundo grupo. El incremento anual promedio de producción en cada uno de los grupos aparece en la tabla del anexo VI.

La disminución en el crecimiento de la producción del cloruro de polivinilo en Europa en el período de 1965 a 1970 se debió a la promoción de otras resinas termo plásticas.

/ IV.3.- Precio.

Existe una relación estrecha en lo que respecta al -- crecimiento del mercado y el decremento en el precio--

del cloruro de polivinilo. Dicha relación aparece en el anexo # VII tomando como base el mercado de Estados Unidos.

IV.4.- Consumo y crecimiento.

La tasa de crecimiento promedio anual mundial durante el período de 1961 a 1966 fué de 16% y de 1966 a 1970, de 13% a 14% anual.

En el anexo # VIII y VIII-A se muestra la distribución del mercado para 1970 y 1971 y los pronósticos para 1975 en Estados Unidos.

Consideración técnica y de mercado:

El estudio de mercado considera la relación que guardan los consumos del cloruro de polivinilo, el cloro y la sosa.

En la obtención del cloro y la sosa cáustica por medio del proceso electrolítico DIAMOND-DEMORA de la Compañía DIAMOND-ALKALI, la producción del halógeno puede verse limitada -- por el mercado de la sosa, ya que la demanda de ésta puede ser tal que no se consume toda la que resulte como coproducto del total del

cloro que demande la producción del cloruro de poli-
vinilo; de esta manera puede suceder que el mercado
no absorba la totalidad de la sosa producida, causan-
do pérdidas económicas a pesar de venderse todo el
cloro.

De ahí la importancia de analizar del mercado de ---
estos tres productos.

En el caso de México la producción de sosa y cloro--
es deficiente según se ve en la tabla siguiente, exis-
tiendo productores de cloro y sosa:

CONCEPTO	CONSUMO TONS.		PRODUCCION TONS.		IMPORTACION TONS.		CAP. INSTALADA 1973
	1970	1971	1970	1971	1970	1971	
SOSA	183,600	Satisf.	171,000	-o-	12,600	2 600	(a) 180,000 T/A
CLORO	99,100	76,500	78,000		21,100(+)		(b) 95,000 T/A

(+).- Como monómero de cloruro de vinilo

(a).- Más una ampliación adicional de 15,000 Ton.

(b).- Más una ampliación adicional de 10,000 Ton.

COMPAÑIAS PRODUCTORAS DE SOSA Y CLORO:

IND. QUIMICA DEL ISTMO

CELULOSA Y DERIVADOS

PENWALT

GUANOS Y FERTILIZANTES DE MEXICO

IV.5.- Futuro:

Teniendo como base las estadísticas de consumo, precio, producción, se considera que las aplicaciones del cloruro de polivinilo continuarán diversificándose en los próximos cinco años.

En el anexo VIII-B se dan los pronósticos de consumo mundial para el año de 1975.

Sin embargo la tendencia de la tasa de crecimiento promedio anual ha venido descendiendo en los últimos años. Las predicciones se muestran en la tabla siguiente:

TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DE PRODUCCION ANUAL DE CLORURO DE POLIVINILO

%

PERIODO	OPTIMISTA (ALTO)	RESERVADA (BAJO)
1973-1975	12	3

FUENTE: HYDROCARBON PROCESSING, SEPTIEMBRE DE 1966

Cloruro de polivinilo en Estados Unidos.

IV.6.- Producción:

La predicción de producción del cloruro de polivinilo, en base de los porcentajes anteriores, en los Estados Unidos para el año de 1975 se muestra en el anexo III.

El mercado futuro de consumo se estima aproximadamente en 2 270 millones ton. para 1975 y - está representado según el criterio optimista por el incremento de consumo en las áreas de construcción, empaques, accesorios y tubería. (FUENTE: HYDROCARBON PROCESSING, FEBRERO 1973)

IV.7.- Precio:

La tabla siguiente muestra el curso que ha seguido este renglón:

DECREMENTO ANUAL PROMEDIO EN PORCIENTO DEL
PRECIO DEL CLORURO DE POLIVINILO EN ESTADOS
UNIDOS

AÑO	%
1945 - 1950	.5
1951 - 1955	2.0
1956 - 1960	8.0
1961 - 1965	7.0
1966 - 1970	7.0

En el año de 1971 el precio se mantuvo en 3.55 pesos Kg lo cual representa un aumento de 14% respecto a 1970.

El precio actual es de \$ 3.30/Kg

Se estima que para el año de 1975 el precio puede ser de 1.92 a 2.33 pesos mexicanos por kilogramo.

En Estados Unidos existen proyectos para construir nuevas plantas o de ampliaciones a las ya existentes, lo cual refuerza la convicción de que ésta rama industrial seguirá creciendo en los próximos cinco años a pesar de la fuerte competencia.

En el anexo IX se presentan los estimados de las capacidades instaladas en 1972 en los Países Capitalistas.

Si comparamos el valor total de la capacidad instalada de 8.05 millones ton. del anexo IX, (para el año de 1972) contra el valor estimado de producción de 6 ó 7.6 millones ton. del anexo III resulta que aun que este valor es para 1975, la capacidad de diseño es suficiente cuando menos hasta el año de 1976. Esto se explica ya que muchas unidades no trabajan a 100% de capacidad.

IV.8.- Cloruro de polivinilo en México:

Los datos estadísticos indican que la producción de este polímero en el país es relativamente reciente. Se tienen datos a partir de 1962 ya que anteriormente se importaba.

En el anexo X muestra los datos de producción y ventas en el país.

IV.9.- Precio:

El precio actual es de 6.50 pesos por kilogramo.

Compañías productoras:

Los productores de polímero son:

COMPAÑIA	CAPACIDAD TON / AÑO	LOCALIZACION
MONSANTO MEXICANA, S.A	20 000	CUAUTITLAN, EDO. MEX
GEON DE MEXICO	16 000	MEXICO, D.F.
PROMOCIONES INDUSTRIALES MEXICANAS	5 600	PASTAJE, EDO. DE ME
PLASTICOS OMEGA, S.A.	3 000	MEXICO, D.F.
ONIMEX, S.A.	2 000	CUAUTITLAN, EDO MEX
POLIMEROS DE MEXICO	20 000	SN.MARTIN EDO. PUE.
	<u>TOTAL 66 600</u>	

IV.10.- Usos:

La distribución porcentual de usos del cloruro de polivinilo en México es:

<u>U S O</u>	<u>%</u>
Películas y recubrimientos	40
Discos (grabaciones)	10
Tubería (hasta 6" de diámetro, no incluye manguera).	8
Perfiles	12
Calzado	10
Piso (losetas)	10
Botellas y recipientes	5
Otros	<u>5</u>
T O T A L	100%

Las áreas más prometedoras son: construcción, tubería, tapicería.

En el renglón de tubería, el cloruro de polivinilo no se usa en diámetros mayores de 6" debido a que es desplazado por el asbesto, ya que para diámetros superiores a 6" es más económico por metro de tubería.

IV.11.- Consumo y producción:

México satisface prácticamente su demanda interna, importándose polímero cuando deba reunir características especiales.

El crecimiento promedio anual es del 15% esperándose que aumente a 20% en los próximos cinco años en base al estudio del mercado.

Por otro lado el Gobierno Federal posiblemente -- extenderá más permisos petroquímicos para la fabricación de cloruro de polivinilo (Celanese Mexicana) por lo cual existe una tendencia conservadora en -- cuando a las ampliaciones de las plantas existentes. (Informe de compañías productoras)

IV.12.- Conclusiones:

Excluyendo el mercado de la ALAIG., la situación-- mundial del mercado del cloruro de polivinilo es -- muy alentadora para los próximos cinco años. Los -- motivos son los siguientes:

- a).- El exceso de capacidad instalada que prevalece en la industria del cloruro de polivinilo. Es necesario diversificar usos para solucionar en parte este problema y -- operar a bajos costos.
- b).- La interrumpida baja del precio -- del polímero durante los últimos 15 años, debido a la entrada en -- operación de plantas de gran ca-

pacidad, permitirá que los grandes productores busquen nuevos mercados de consumo como América Latina y otras regiones exceptuando a: México, Brasil y Puerto Rico.

Para el caso de México la situación no se presenta así ya que en el mercado se ha robustecido y hay síntomas claros de una expansión sostenida.

XIV.13.- Situación del monómero de cloruro de vinilo:

Mercado en Estados Unidos:

En el anexo XI se ve la relación existente entre la capacidad instalada, la producción y las ventas del monómero.

Si estos conceptos se comparan con los correspondientes al cloruro de polivinilo en el mismo País (anexos VII y IX) se concluye que:

- a).- La capacidad instalada del monómero es mayor que la del polímero.
- b).- La producción del monómero asciende a tal cantidad que desde hace

varios años quedan excedentes para exportación como lo demuestra la diferencia que hay entre las curvas de ventas internacionales y producción de monómero.

La tasa de crecimiento de la capacidad instalada ha sido del 18% anual durante el período de 1965 a 1971.

IV.14.- Productores:

En el anexo XII aparecen los productores del monómero existentes en el año de 1972. Según el proceso empleado se distribuyen así:

<u>PROCESO</u>	<u>%</u>
VIA ACETILENO	10
VIA ETILENO SIN OXICLORINACION	8
VIA ETILENO CON OXICLORINACION	<u>82</u>
T O T A L	100%

IV.15.- Precio:

La historia de los precios del monómero aparecen en los anexos XIII y XIII-A.

Se considera como precio internacional el aparecido en la revista OIL PAINT AND DRUG-AND REPORTER de Estados Unidos.

varios años quedan excedentes para exportación como lo demuestra la diferencia que hay entre las curvas de ventas internacionales y producción de monómero.

La tasa de crecimiento de la capacidad instalada ha sido del 18% anual durante el período de 1965 a 1971.

IV.14.- Productores:

En el anexo XII aparecen los productores del monómero existentes en el año de 1972. Según el proceso empleado se distribuyen así:

<u>PROCESO</u>	<u>%</u>
VIA ACETILENO	10
VIA ETILENO SIN OXICLORINACION	8
VIA ETILENO CON OXICLORINACION	82
T O T A L	100%

IV.15.- Precio:

La historia de los precios del monómero aparecen en los anexos XIII y XIII-A.

Se considera como precio internacional el aparecido en la revista OIL PAINT AND DRUG AND REPORTER de Estados Unidos.

En los últimos años el precio se ha mantenido constante, variando en un rango de \$ 1.30 a - 1.38 por Kg; en el presente año se encuentra estabilizado en \$ 1 300 por Ton.

Las razones de la baja del precio son:

- a).- La producción del monómero ha seguido un nuevo proceso en el cual no se obtienen subproductos: Proceso de Oxidación de Etileno.
- b).- El precio del etileno bajó -- desde hace cinco años de 1.65 a .825 pesos por kilogramo.
- c).- Plantas gigantescas de monómero con capacidades de diseño que van de 150 000 ton/año -- hasta 400 000 ton/año entraron en operación desde el año de 1968.

IV.16.- Comparación de precios del monómero de cloruro de vinilo:

El precio internacional del monómero se mantiene en \$ 1 300 ton M.N. contra \$ 2 750 que PEMEX lo vende; este precio es de 110% superior a aquel.

IV.17.- Mercado del monómero de cloruro de vinilo en México:

Teniendo como base, que por Ley Federal el monómero solo puede producirlo PEMEX y agregando que el consumo interno del cloruro de polivinilo crece a una tasa anual promedio del 20% es necesario la entrada en operación de una planta de monómero que satisfaga la demanda.

En el año de 1968 arrancó la planta de Derivados Clorado I en Pajaritos, Ver. con capacidad de 19 500 ton de monómero por año.

Durante dos años operó a media capacidad debido a problemas de operación y desde el año de 1970 opera a plena capacidad.

Sin embargo, la producción es insuficiente para satisfacer la demanda.

En el anexo XIV aparece el consumo del cual se deduce que desde que se inició la industria del monómero, se han tenido que importar fuertes cantidades.

Para sustituir estas importaciones se planeó instalar la planta de 70 000 ton. anuales que se inauguró en marzo de este año.

De acuerdo a los pronósticos de consumo -- (anexo XV) esta nueva planta satisfará la demanda de consumo hasta el año de 1976.

IV.18.- Pronósticos de demanda del monómero de cloruro de vinilo:

Se aplicaron varias técnicas para conocer la proyección del consumo del monómero de cloruro de vinilo en México.

a).- Método de Regresión Lineal.

Los consumos aparecen en el anexo XVI.

b).- Método de Predicción Petroquímica aparecido en la revista Hydrocarbón Processing Enero XVII.

c).- Método desarrollado en el Instituto Mexicano del Petróleo en base al poder de compra del peso mexicano y el nivel de vida, anexo XVIII.

En la "Gráfica de proyección de consumo de monómero de cloruro de vinilo" aparecen los consumos arrojados por los diferentes métodos.

De los tres métodos de predicción se escogió

el "c" ya que corresponde con la tasa de consumo promedio dado como información directa por empresas y sociedades consumidoras y productoras de cloruro de polivinilo en México.

IV.19.- Mercado del monómero de cloruro de vinilo en los Países de la ALALC.

El monómero de cloruro de vinilo es producido actualmente por siete países del área de la ALALC: Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú, Venezuela y Chile.

La capacidad total en la región es de -----
329 300 ton., anuales aproximadamente.

La capacidad total de producción en el área de la ALALC y Puerto Rico asciende a 557 300 ton./año.

En el anexo XIX se indica la capacidad instalada en los países miembros de la ALALC.

La demanda total del monómero en el área de la ALALC se consideraba hace algunos años - que sería de 203 400 ton., es necesario actualizar este dato para tener la verdadera magnitud del mercado potencial en los próximos años.

ANEXO II

PROPIEDADES FISICAS DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO

Punto de Ebullición	- 13.7° C.
Punto de Congelamiento	-153.8° C.
Densidad a 20° C (GAS)	0.910 g/cm ³
Punto de evaporación instantánea (Flash Point)	- 78° C.
Límites de explosión en - aire	4-22 % Vol.
Presión de vapor:	
a 0° C	25.1 Psi
a 20° C	49.2 Psi
a 40° C	87.6 Psi
Solubilidad:	En hidrocarburos aromá- ticos, alifáticos, es- teres, cetonas, éteres alcoholes, solventes clorinados. Ligera- mente soluble en agua.
Viscosidad a - 10° C	0.25 cps
Masa molecular:	62.5
Color:	Incoloro
Olor:	Agradable
Sabor:	Dulce
Calor de polimerización	23 kcal/mol
Índice de refracción, 19° C	1.38
Fuente: Polyvinil chloride. Sarvetnick Harold Van Nes Grand.	

PRODUCCION ESTIMADA DE CLORURO DE POLIVINILO EN 1975
(Miles de Toneladas Métricas)

	<u>OPTIMISTA</u>	<u>PESIMISTA</u>
NORTEAMERICA	2 300	1 900
M.C.E.	2 400	1 900
RESTO DE EUROPA OCCIDENTAL	1 000	800
JAPON	1 200	900
PAISES CAPITALISTAS	700	500
TOTAL PAISES CAPITALIS		
TAS.	7 600	6 000

(&) Estimado: el pronóstico optimista se basa en una tasa de crecimiento de producción del 12% en el año de 1975; y el pronóstico pesimista en una -- tasa del 8%.

FUENTE: HYDROCARBON PROCESSING SEPTIEMBRE 1956

ANEXO IV

CLORURO DE POLIVINILO Y COPOLIMÉROS

(CONTENIENDO RESINA SECA)

AÑO	PRODUCCION MUNDIAL TCN/AÑO +	TASA ANUAL PROMEDIO DE CRECIMIENTO
1945	50 000	
1950	220 000	1945 - 1950 35%
1955	520 000	1950 - 1955 19%
1960	1 450 000	1955 - 1960 23%
1965	3 100 000	1960 - 1965 16%
1970	4 900 000	1965 - 1970 12% a 14%
1975	7 000 000	1970 - 1972 11% a 13%

+ No incluye los Países Socialistas.

FUENTE: HYDROCARBON PROCESS VOL # 45 # 9 1966

SEARCH 1970-1971

ANEXO IV-A

PRODUCCION DE CLORURO DE POLIVINILO POR ZONAS

(%)

A R E A S	AÑO	
	1970	1980
NORTEAMERICA	26.5	26.5
EUROPA OCCIDENTAL	41.3	39.7
JAPON	16.5	17.9
OTROS -	15.7	15.9
	<u>100.0%</u>	<u>100.0%</u>

FUENTE: HYDROCARBON PROCESSING FEBRERO 1973

ANEXO V

PRODUCCION DE CLORURO DE POLIVINILO (1 000 TON. METRICAS)

PERIODOS	NORTE AMERICA	MERCADO COMUN EUROPEO	RESTO DE EUROPA OCCIDENT.	JAPON	RESTO PAISES CAPITALISTAS	PAISES SOCIALISTAS	TOTAL MUNDIAL
1950	150	35	15	10	—	20	230
1955	250	130	50	35	5	50	520
1960	440	420	150	260	30	150	1 450
1965	850	1 000	330	470	100	350	3 100
1970	1 375	(1)	(2)	1 050	—	—	—
1972	—	—	—	—	—	—	5 500

NOTA.— (1) + (2) = 1 550

FUENTE: HYDROCARBON PROCESS VOL. 45 # 9 1966

SEARCH 1971

ANEXO VI

INCREMENTO PROMEDIO ANUAL DE PRODUCCION DE
CLORURO DE POLIVINILICO (% ANUAL)

	<u>1950/55</u>	<u>1955/60</u>	<u>1960/65</u>	<u>1950/65</u>	<u>1965/70</u>
NORTEAMERICA	11	12	14	12	11-12
MERCADO CO-- MUN EUROPEO	30	26	19	25	15
RESTO DE EU-- ROPA OCCIDEN TAL	27	25	17	23	15
JAPON	28	49	13	29	11-12
RESTO PAISES CAPITALISTAS	--	43	27	--	--
TOTAL MUNDIAL	19	23	16	19	--

FUENTE: SEARCH, 1971

ANEXO VII

PRECIO DE VENTA DEL CLORURO DE POLIVINILO Y PRODUCCION EN LOS ESTADOS UNIDOS
(1955-1973)

AÑOS	PRECIOS DE VENTA PROM. PESOS POR KILO	PRODUCCION MILES DE TON .	VALOR ESTIMADO DE PRODUC. (&) MILLONES DE PESOS
1955	9.35	239.545	2,237.5
1960	6.36	425.454	2,712.5
1964	4.81	744.009	3,587.5
1965	4.53	818.181	3,712.5
1970	2.75	1,365.000	4,640.0
1971	3.85	1,563.000	6,030.0
1972	3.31	1,975.000	6,520.0
1973	3.31	-0-	-0-
1975(&&)	1.92 a 2.33	6,000.000	11,525 - 14,000

(&).-- Suponiendo que toda la producción se ha vendido a los precios promedios de venta.
(&&).-- Dato estimado

FUENTE: HYDROCARBON PROCESS 1966 Vol. 45
EUROPEAN CHEMICAL NEWS.ENERO A MARZO 1973

ANEXO VIII

DISTRIBUCION DEL MERCADO DE CLORURO DE POLIVINILO
 EN ESTADOS UNIDOS
 (HILES TON.)

C O N C E P T O	CONSUMO	
	1970	1971
VESTIDO	8 490.	8 550
EDIFICIOS Y CONSTRUCCION (+)	455.0	530.0
ALAMBRES, CABLES Y -- OTROS	193.0	174.5
ACABADOS DE CASAS(++)	234.0	256.0
ENVASE	133.5	130.0
DISCOS, JUGUETES Y OTROS	111.0	113.0
INDUERIA AUTOMOTRIZ	102.0	115.5
MISCELANEO	66.6	85.5
T O T A L	1 367.0	1 490.0

+ Incluye: piso, tubería, ventanas, alumbrado.

++ Incluye: utensilios de casa, mangueras de jardín, tapiz, accesorios de closets, baños.

FUENTE: MODERNS PLASTICS INTERNATIONAL ENTERO 1972

100002
ANEXO VIII-A

DISTRIBUCION DEL MERCADO DEL CLORURO DE POLIVINILO EN
ESTADOS UNIDOS PARA 1975 (MILES DE TON. MERICAS)

M E R C A D O	CANTIDAD	%
TUBERIA	545.4	24
INTERIORES, CONSERVACION	272.7	12
CABLES Y ALAMBRES	227.3	10
PISOS	204.5	9
EMPAQUE	250.0	11
TRANSPORTE	147.7	6
CANERIAS	227.3	10
VESTIDOS	102.3	5
DISCOS	68.2	3
OTROS	227.3	10
	<u>2 272.7</u>	<u>100.0%</u>

FUENTE: MODERN PLASTICS INTERNATIONAL, ENERO 1972

HYDROCARBON PROCESSING, FEBRERO 1973

ANEXO VIII-B

PRONOSTICO DE CONSUMO DE CLORURO DE POLIVINILO POR
PAISES PARA EL AÑO DE 1975 (MILES DE TONELADAS ME-
TRICAS)

NORTEAMERICA 2 150

JAPON 1 650

EUROPA OCCIDENTAL 3 900

FUENTE: SEARCH, FEBRERO 1971

HYDROCARBON PROCESSING, FEBRERO 1973

ANEXO IX

CAPACIDAD MUNDIAL INSTALADA CLORURO DE POLIVINI
LO EN 1972

<u>PAIS Y/O REGION</u>	<u>CAPACIDAD (1 000 TON)</u>
BELGICA	210
NETHERLAND	235
FRANCIA	700
ALEMANIA OCCIDENTAL	1 315
ITALIA	810
REINO UNIDO	515
U.S.A.	2 500
JAPON	-0-
HUNGRIA	-0-
U.R.S.S.	-0-
CHECOESLOVAQUIA	165
POLONIA	-0-
BULGARIA	-0-
ALEMANIA ORIENTAL	-0-

TOTAL MUNDIAL > 8.05 MM TONS

FUENTE: SEARCH, FEBRERO 1972

ANEXO X

DATOS HISTORICOS DE CLORURO DE POLIVINILO EN
MEXICO (TONELADAS)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	VENTAS
1962	6 331			-0-
1963	8 700			9 300
1964	12 000			13 200
1965	13 000			14 900
1966	18 600			19 000
1967	24 000			25 000
1968	28 513			30 000
1969	33 113	3 490	210	35 680
1970	35 200	2 527	1 858	35 869
1971	39 100	3 640	880	41 860
1972	12% más que 1971	4 000	Igual que en 1971	12% sobre 1971

FUENTE: ANTIQ. ASOC. NAL DE LA IND. QUIMICA
ANTIPAC, ASOC. NAL DE LA IND. DE PLASTICO A.C.

NOTA.- Se considera que las ventas equivalen al consumo aparente total

ANEXO X-A

PRONOSTICO DE CONSUMO DE CLORURO DE POLIVINILO EN AMÉRICA LATINA PARA 1973

<u>PAIS</u>	<u>CONSUMO (TON.)</u>
ARGENTINA	78 000
BOLIVIA	-0-
BRASIL	87 100
CHILE	27 000
COLOMBIA	30 100
ECUADOR	-0-
MEXICO	59 000
PARAGUAY	-0-
PERU	33 600
URUGUAY	7 100
VENEZUELA	49 600
T O T A L	<hr/> 371 500

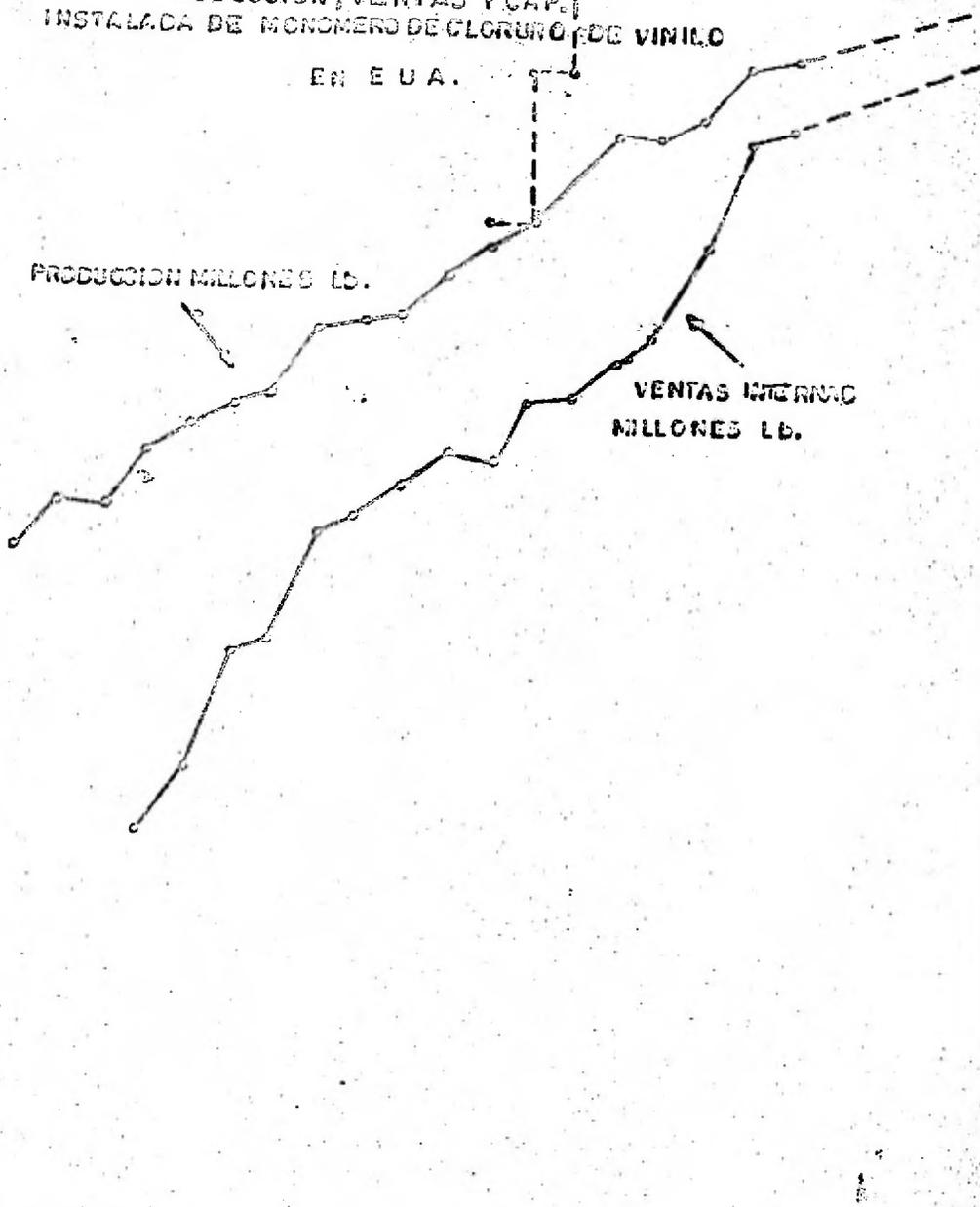
FUENTE: SEARCH, 1970

ANEXO N.º

CAPACIDAD INSTALADA

MILLONES LB.

PRODUCCION, VENTAS Y CAP.
INSTALADA DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO
EN E.U.A.



PRODUCCION MILLONES LB.

VENTAS INTERNAS
MILLONES LB.

52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75

ANEXO XII

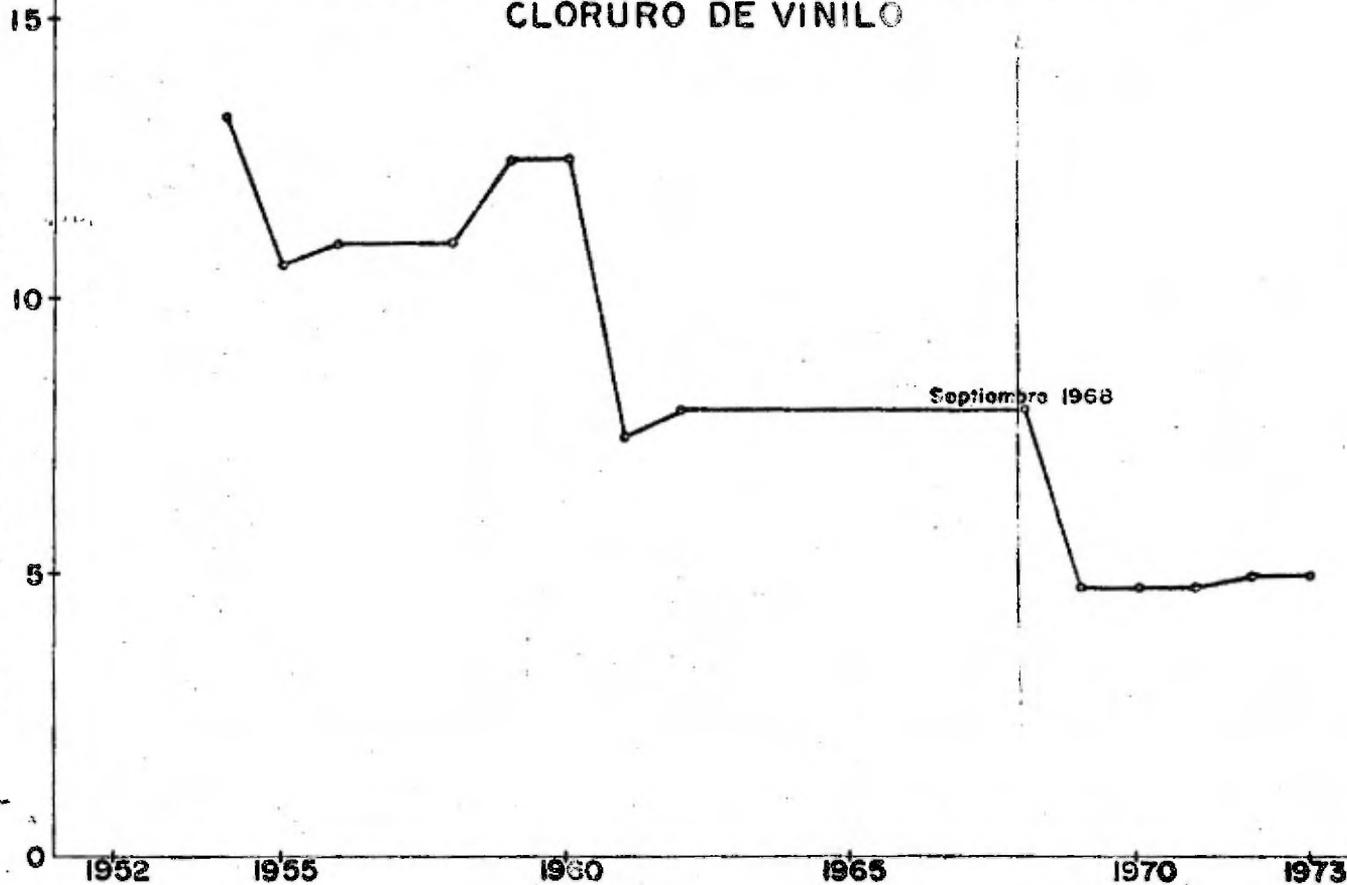
PRODUCTORES DE FOSFORO DE CLORURO DE VINTILO EN ESTADOS UNIDOS

COMPAÑIA	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA TON/AÑO	PROCESO
ALLIED	BATON, ROUGE, LA	135 500	OXICLORINACION
AMERICAN CHEMICAL (ANCO-STAUPTER)	WATSON, CALIF.	77 300	OXICLORINACION-STAUPTER
LODGEHEM (LORESH-UNITROYAL)	GEYSER, LA	135 500	ACETILENO
COMOCO	LAKE CHARLES, LA.	272 500	OXICLORINACION-STAUPTER
LEN	PLAQUEMINE, LA	154 900	OXICLORINACION-LEN
	FREEPORT, TX.	82 000	OXICLORINACION-LEN
	OYSTERCREEK, TEXAS	348 000	OXICLORINACION-LEN
ETHYL, CORP.	BATON, ROUGE, LA	122 500	CRACKING DE BENCENO/LEN
	HOUSTON	68 100	CRACKING DE BENCENO/LEN
GOODRICH, CHEM.	CALVERT CITY, KY	455 000	OXICLORINACION-GOODRICH
FEU	LAKE CHARLES, LA	135 500	OXICLORINACION
	PUERTO RICO	227 000	OXICLORINACION
ISONT	HOUSTON	364 000	OXICLORINACION-STAUPTER
	HORCO, LA	364 000	OXICLORINACION-STAUPTER
TEHNECO	HOUSTON	116 000	ACETILENO
	TOTAL	3 030 400	

ANEXO XIII

PRECIO DE VENTA INTERNACIONAL DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO

CENTAVOS DE DOLAR / LIBRA U. S. A.



ANEXO XIII-A

PRECIOS DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO
 EN ESTADOS UNIDOS
 PRECIO (CS DLS/LB)

AÑO	ALTO	PROMEDIO	BAJO
1952			
1953			
1954	13.5	13.25	
1955	10.5	10.50	10.5
1956	11.0	11.00	10.5
1957	11.0	11.00	11.0
1958	12.5	11.00	11.0
1959	12.5	12.50	11.0
1960	12.5	12.50	12.5
1961	8.96	7.50	8.91
1962	8.0	8.00	7.50
1963	8.0	8.00	8.00
1964	8.0	8.00	8.0
1965	8.0	8.00	8.0
1966		8.00	8.0
1967		8.00	
1968		8.00	
1969	4.8	8.00	4.75
1970			4.75
1971			4.75
1972			5.00
1973			5.00

a).- LOS PRECIOS BASE FUERON:

1954-1955 Carro Tanque Ferrocarril, Flete igual.

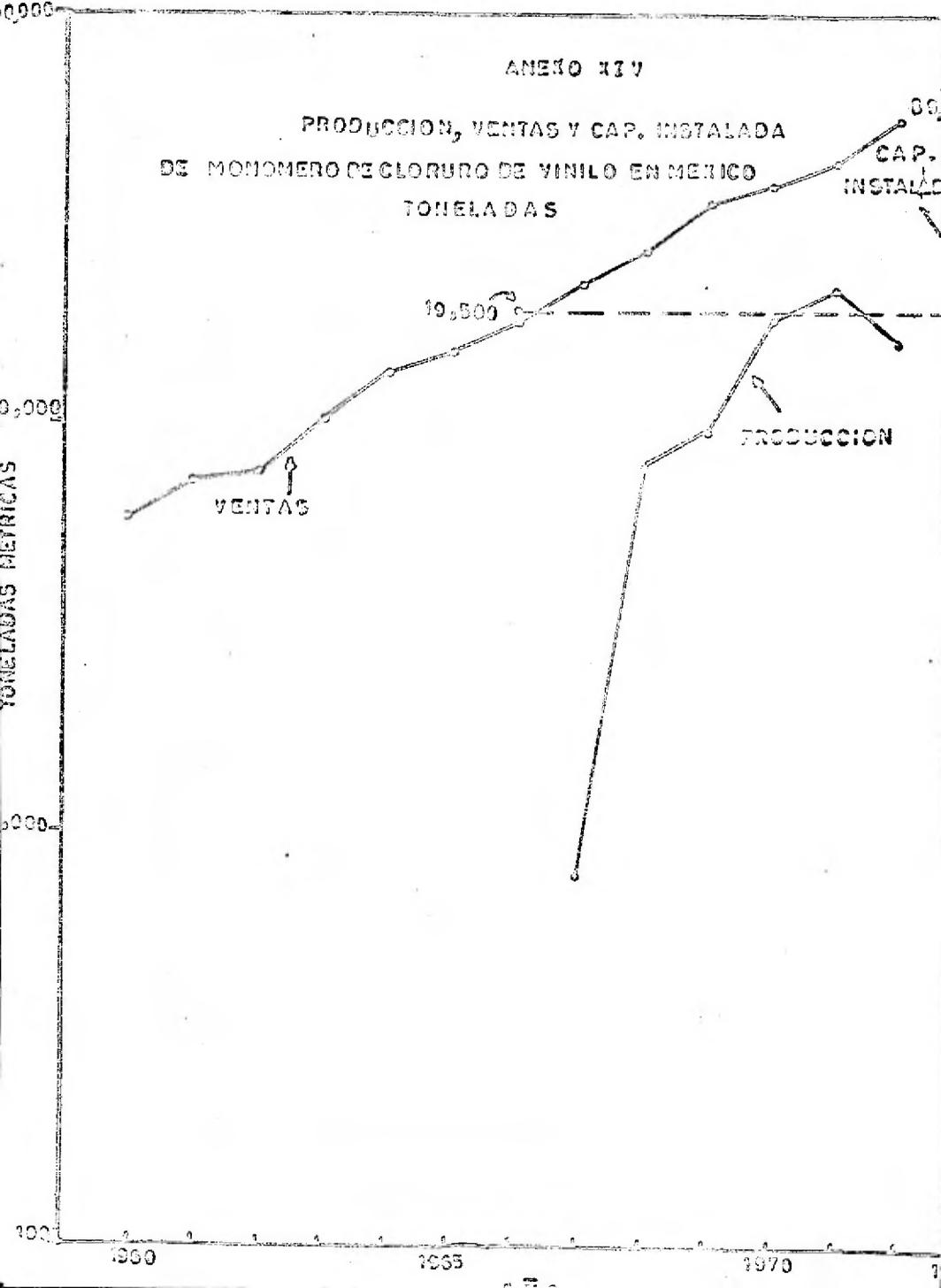
1956-1960 Carro Tanque

1961-1966 Carro Tanque, Costo Mínimo de Flete.

FUENTE: OIL PAINT AND DRUG REPORT.

ANEXO XIV

PRODUCCION, VENTAS Y CAP. INSTALADA
DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO EN MEXICO
TONELADAS



ANEXO IV

CONSUMO HISTORICO Y PROYECCION DEL CONSUMO DEL
MONOMERO DE CLORURO DE VINILO

(TON./AÑO)

1960		5 977
1961		7 275
1962		7 703
1963		10 188
1964		13 662
1965		15 000
1966		18 000
1967		22 600
1968		27 200
1969		34 200
1970		38 020
1971		45 833
1972	31 200	56 941
1973	37 000	61 200
1974	45 300	70 400
1975	52 000	80 300
1976	61 000	91 800
1977	70 400	105 000
1978		119 000
1979		134 000
1980		150 000

FUENTE: SUBDIRECCION DE ESTUDIOS ECONOMICOS I.H.P.
PEMEX

ANEXO XVI

PROYECCION DE CONSUMO DEL MONOMERO DE CLORURO
VINILO EN MEXICO. METODO DE REGRESION LINEAL

AÑO	CONSUMO (TON/AÑO)
1973	67,437
1974	76,612
1975	85,787
1976	94,962
1977	104,137
1978	113,312
1979	122,487
1980	131,662

ANEXO XVII

TABLA DE PROTECCION DE CONSUMO DEL MONOMERO DE
 CLORURO DE VINILO EN MEXICO.METODO DE JACKSON-
 Y BLACK *

AÑO	CONSUMO TONELADAS	AÑOS	CONSUMO ACUMU LADO(TON.MET.)
1973	63 744	10	335 000
1974	70 300	11	405 300
1975	77 000	12	482 300
1976	83 800	13	566 100
1977	90 500	14	656 600
1978	97 300	15	753 900
1979	103 900	16	857 800
1980	110 500	17	968 300

FUENTE: HYDROCARBON PROCESSING, ENERO 1970

ANEXO XVIII

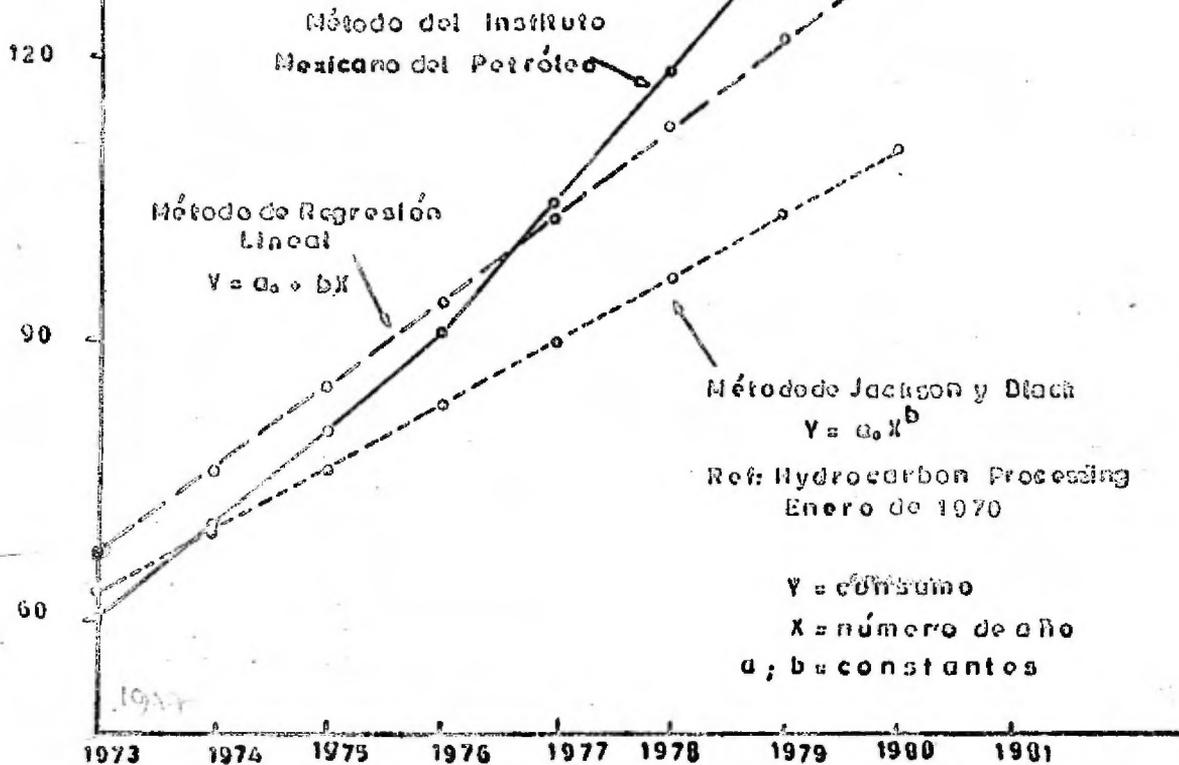
PROYECCION DE CONSUMO DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO. METODO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

AÑO	CONSUMO + MILES DE TON./AÑO
1973	61.7
1974	70.4
1975	80.3
1976	91.8
1977	105
1978	119
1979	134
1980	150

+.- Se consideró una tasa de consumo de 13.9% anual

CONSUMO DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO
Miles de Toneladas

GRAFICA DE PROYECCION DE CONSUMO DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO EN MEXICO



ANEXO XIX

PAISES PRODUCTORES DE MONOMERO DE CLORURO DE
VINILO EN LA ALALC.

PAIS	CAPACIDAD INSTALADA (TON./AÑO)	PLANTA DE PROYECTO
ARGENTINA	46 500	17 000 TON.
BRASIL *	105 500	
COLOMBIA	7 000	
CHILE	15 000	
MEXICO	99 500	
PERU	5 800	
VENEZUELA	50 000	
TOTAL DEL AREA ALALC.	329 300 TON.	
PUERTO RICO **	<u>228 000</u>	
T O T A L	557 300 TON.	

* Considera una ampliación de 33.000 ton/año y una nueva planta de 70 000 ton/año.

** Puerto Rico no pertenece a la ALALC.

FUENTE: LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN LA ALALC.
HYDROCARBON PROCESSING, FEBRERO 1970

CAPITULO V

V.- PROCESOS INDUSTRIALES PARA LA OBTENCION DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO.

En este capítulo se hará una descripción breve de cada uno de los procesos comerciales para la obtención del monómero de cloruro de vinilo. A saber:

V.1.- Oxidación de etileno.

V.2.- Cloración de etileno.

V.3.- Pirólisis del 1,2 dicloroetano

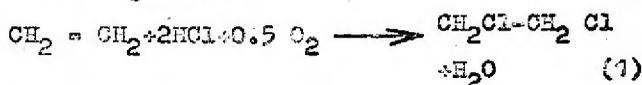
V.4.- Hidrocloración de acetileno.

Se comparan los detalles técnicos y económicos que han intervenido en la selección del proceso.

(V.5)

V.1.- Oxicloración de etileno:

La reacción de oxicloración de etileno para obtención del monómero de cloruro de vinilo es la siguiente:

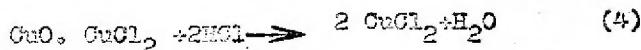
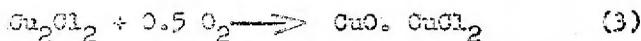
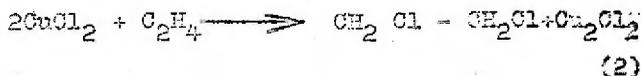


1.2 DCE

El método es de reciente aplicación y se utiliza etileno, ácido clorhídrico y oxígeno -- (aire) para producir el 1,2 dicloroetano. Este se "pirroliza" obteniéndose el monómero de cloruro de vinilo.

El ácido clorhídrico empleado se obtiene como subproducto de otras operaciones de cloración.

V.1.1.- Mecanismo de oxicloración:



V.1,2.- Temperatura de reacción:

La temperatura tiene un efecto considerable sobre los aspectos siguientes:

- a).- La cinética de la reacción.
- b).- El punto de fusión de los cloruros.
- c).- La adsorción de los reactivos en la superficie del catalizador.
- d).- La reacción global de la oxiclora-
ción es fuertemente exotérmica.

V.1,3.- Condiciones de operación:

Los rangos de temperatura y presión para -- cuando se usa catalizador sólido son:

TEMPERATURA: 250° a 350° C.

Para 250°C., la Shell Development Co., patentó un catalizador muy activo a base de -- tierras raras y sílice gel con una superfi-
cie de contacto grande (200 $\frac{m^2}{g}$). Es de --
esperarse que los que trabajan a tal tempe-
ratura tendrán mayor vida que aquellos que-
lo hagan a temperaturas más elevadas ya que
la causa principal de que el catalizador se
desactive es su relativa volatilización.

PRESION: 1 a 10 atm.

Varía según el lecho catalítico empleado. La experiencia recomienda bajas presiones (dentro del rango) para lecho -- fluidizado y altas para el caso en que se use lecho empacado.

V.1,4.- Conversiones y rendimientos de reacción:

Conversiones de 95% o mayores se obtienen utilizando la proporción estequiométrica etileno-ácido clorhídrico-oxígeno de 1:2:0.5; se recomienda un ligero exceso de reactivos.

Los rendimientos de etileno y HCl a 1,2 dicloro etano son del orden de 95% o mayores.

Las pérdidas registradas son causadas -- por la reacción incompleta, por la recuperación parcial de los reactivos no convertidos y por la formación de subproductos, aún cuando se presentan en cantidades pequeñas: 1,1,2 tricloro etano, cloruro de etileno, policloroetanos.

En términos generales se puede decir:

I).- Se tienen conversiones altas por:

a).- Aumento de la temperatura.

b).- Menor velocidad de los reactivos y por lo tanto mayor tiempo de residencia en el reactor de oxiclорación.

c).- El mismo dicloro etano parece detener la conversión más que los factores termodinámicos.

II).- Mayor rendimiento cuando:

a).- Se tiene menor temperatura (límite inferior del rango de operación).

En el anexo XX se muestra el diagrama de flujo que utilizará la Planta de Derivados Clorados II en Pajaritos, Ver.

V.1,5.-Catalizador:

El catalizador está constituido por:

Cloruro cúprico.

Cloruro cuproso.

Cloruro de potasio.

El contenido mínimo de cloruro cúprico deberá ser 20% para obtener un buen rendimiento.

to y deberá trabajar a temperaturas superiores de los 250°C.

Deberá cuidarse que la concentración del HCl sea tal que el CuCl no se solubilice por la formación de iones complejos:



Soporte de catalizador:

El material que generalmente se utiliza como soporte del catalizador sólido es de alúmina, sílice u otro material poroso.

V.1,6.- Reactores:

Se considera que existen tres tipos de reactores:

- a).- De lecho empacado, en fase gaseosa.
- b).- De lecho fluidizado, en fase gaseosa.
- c).- En fase líquida.

Reactores de lecho empacado:

Estos reactores son verdaderos cambiadores de calor en donde la temperatura del interior de los tubos se controla con un fluido de enfriamiento: agua; adicionalmente se genera vapor de 150 psig.

Reactores de lecho fluidizado:

A diferencia del empaçado, el fluidizado no constituye un cambiador de calor; es un reactor simple, con su agitador mecánico. Mantiene uniforme la temperatura y el control de la misma no es crítica.

Reactor en fase líquida:

Las condiciones de operación para una unidad comercial son:

Temperatura: 170° a 185° C.

Presión: 225 a 275 psig.

Concentración de catalizador:

CuCl_2 arriba de 7 molar.

Este proceso, desarrollado por la M.W. Kellogg Co., utiliza una solución acuosa de cloruro cúprico donde se hacen burbujear los reactivos gaseosos (HCl , C_2H_4 y aire); de esta forma, el contacto es excelente.

Ventaja:

Los procesos de oxiclорación y clорación de etileno pueden efectuarse en el mismo reactor alcanzándose altos rendimientos y conversiones.

V.2.- Cloración de etileno:

La reacción de cloración de etileno puede ser en dos fases:

Fase vapor

Fase líquida

V.2,1.- Fase Vapor:

El etileno se clora en fase vapor.

Condiciones de reacción:

90 a 130° C.

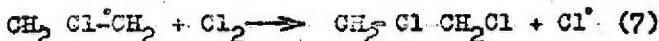
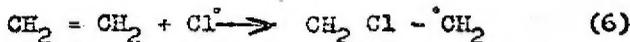
7 a 10 atm.

Mecanismo de reacción: La iniciación de la reacción es:



Este paso se efectúa en las paredes del reactor y probablemente controla la cloración.

La propagación es:



D.C.E.

El D. C. E. (1,2 dicloro etano) se condensa usando agua como refrigerante.

Factores que influyen en la reacción:

- Paredes del reactor
- Catalizador (cloruro férrico o cloruro de calcio).

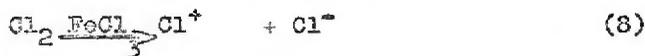
Temperatura de reacción: El control de la temperatura evita la formación de subproductos clorados. La reacción es altamente exotérmica: 39 Kcal/ g mol de producto.

Proceso comercial:

En el anexo XXI se muestra el diagrama de flujo simplificado en este proceso.

V.2.2.- Fase líquida:

Mecanismo de reacción: aún cuando el mecanismo en fase líquida se conoce poco, se supone que es el siguiente:



Otra suposición es que la reacción se efectúa a base de radicales libres.

Condiciones de operación: se dan los rangos:

TEMPERATURA: 20° a 70° C.

PRESION: 4 a 7 atm.

Concentración de catalizador

de FeCl_3 - - - - - 400 p.p.m.

V.2,3.- Proceso comercial:

Los lineamientos generales son:

El producto 1,2 dicloro etano se usa - como medio de contacto entre la corriente de alimentación y el catalizador --- (FeCl_3).

En el proceso de la Kurhea Chemical Industry Co., se introducen 0.96 a 0.98 - moles de cloro por mol de etileno; la-- reacción es instantánea y bajo las con-- diciones anteriormente mencionadas hay-- conversiones de 99% de cloro y de 95 a-- 98% de etileno. Anexo XXI-A

Las reacciones secundarias son despre-- ciables.

Ventajas de clorinación en fase líquida sobre la fase gaseosa:

a).- El calor de reacción se aprovecha-- para evaporar el 1,2 dicloro etano reduciéndose al mínimo las pérdi-- das de catalizador por volatiliza-- ción.

b).- El control de temperatura ofrece menos problemas: el exceso de líquido, buena agitación y por lo tanto excelente transferencia de calor entre gas y líquido, son suficientes para mantener la condición isotérmica del reactor.

c).- Mayor margen de seguridad pues el cloro y etileno no se premezclan.

d).- El exceso de etileno y de inertes es menor en comparación con el usado en la fase gaseosa.

e).- No habrá problemas de corrosión si se evita la acumulación de agua en el sistema.

V.3.- Pirólisis del 1,2 dicloro etano:

Esta sección del proceso se efectúa únicamente en la cloración y oxiclорación de etileno. La pirólisis se clasifica en dos formas:

Pirólisis catalítica

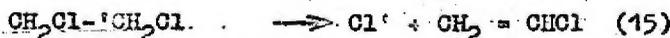
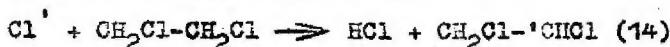
Pirólisis no catalítica

Las compañías que tienen las patentes son:

COMPANIA	PROCESO
B.F. GOODRICH CHEMICAL CO.	CATALITICO
KURENA CHEMICAL CO.	CATALITICO
SHELL DEVELOPMENT CO.	CATALITICO
S.B.S. (SOCIETE BELGE DE L'AZOTE).	NO CATALITICO

V.3.1.- Pirólisis no catalítica:

a).- Química de la reacción:



No se sabe con certeza donde se produce la formación de los radicales Cl^{\cdot} aunque se supone que sucede en las paredes del reactor.

b).- Condiciones de operación:

TEMPERATURA: 450° a 650° C aunque se prefiere de 450° a 500°.

PRESION: 20 a 35 atm.

Es recomendable trabajar a presiones altas, dentro de este rango, ya que se obtienen las ventajas siguientes:

1).- Mayor rendimiento de reactivo a cloruro de vinilo y menor cantidad de subproducto (especialmente carbón).

2).- El producto puede separarse más fácilmente por enfriamiento rápido (0° C y 25 atm).

3).- Mayor producción de producto: 120 a 150 kg/hr. 10³ cm³ de vol. del reactor.

c).- Rendimientos y Conversiones:

Conversión de dicloroetano: 50 a 60% por paso.

Rendimiento: 95 a 98%

El rendimiento del cloruro de vinilo disminuye a medida que aumentan las conver-

siones por efecto de la temperatura.

d).- Reactor tubular:

El número y dimensiones de los tubos del reactor varía según la capacidad misma de diseño del horno de pirólisis.

e).- Problemas de proceso:

Por efecto de la temperatura puede haber formación de hollín en los tubos lo que ocasiona baja transferencia de calor; por lo tanto, la temperatura en el interior del tubo es menor que la supuesta, lo que puede causar una ruptura en los tubos.

El problema se acentúa si los tubos son de diámetro pequeño (1/4").

El reactor tubular debe ser limpiado periódicamente para evitar problemas como el anteriormente citado. El intervalo de tiempo varía según la capacidad del reactor y la eliminación del carbón se efectúa quemándolo con aire.

4.3.2.- Proceso catalítico:

Los detalles que para este proceso no se conocen con exactitud. Las variables de opera

ción tienen los rangos siguientes:

TEMPERATURA: 400 a 450° C.

PRESION: 8 a 10 atm.

CONVERSION POR PASO: 60 a 70%

CATALIZADOR: Carbón

Se supone que no hay problemas de reacciones secundarias simultáneas en base a la temperatura de operación.

V.4.- Hidrocloración de acetileno.

V.4.1.- Medidas de seguridad para manejo de acetileno:

Siendo el acetileno la materia prima, su manejo debe hacerse bajo ciertas precauciones para que no explote:

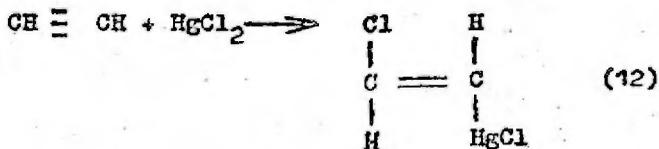
- a).- Evitar que los recipientes contengan aleaciones o soldaduras de cobre, plata y mercurio.
- b).- Su compresión en los recipientes se hará a base de gases inertes.

V.4.2.- Mecanismo de reacción:

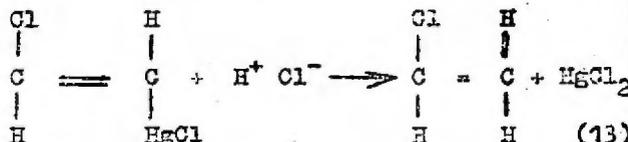


El catalizador usado es cloruro mercúrico. Se supone que al ponerse en contacto con el acetileno se forma un compuesto intermedio:

cloruro trans. 2 cloro vinil mercúrico



El cloruro de hidrógeno ataca a éste ---
 compuesto en la unión C-Hg para formar ---
 el cloruro de vinilo y regenerar el -----
 cloruro mercúrico:



V.4,3.- Cinética de la reacción:

El acetileno es quemiasorbido por el catalizador al igual que el cloruro de hidrógeno y el producto de cloruro de vinilo; empero, el paso que controla la velocidad de reacción no es la adsorción sino la reacción misma en la superficie del catalizador.

V.4,4.- Catalizador:

El catalizador HgCl_2 va impregnado de granulos de carbón activado pues se ha observado que dichos granulos disminuyen la resistencia a la difusión de los reactivos y productos.

V.4,5.- Proceso comercial:

El anexo XXII muestra el diagrama de flujo.

V.4,6.- Reactores o cambiadores de calor:

Los reactores son básicamente cambiadores de calor.

V.4,7.- Condiciones de operación:

Son las siguientes:

TEMPERATURA: 90° a 140° C

La reacción es altamente exotérmica (24,5 Kcal. por g mol de producto.) (CHEMICAL - ENGINEERING, MARZO Y ABRIL 1967) (HYDRO-- CARBON PROCESSING, FEBRERO 1973).

PRESION: 1.5 a 1.6 atm. absolutas

No conviene emplear presiones más altas - por dos razones:

- a).- Se aumentan los riesgos de explosión del acetileno.
- b).- La velocidad de reacción se incrementa y provoca mayor generación de calor y por lo tanto problemas de control de temperatura.

V.4,8.- Conversiones: *de acetileno*

Cada reactivo se convierte a cloruro de vinilo de un 98 a 99%.

Se obtiene un producto con trazas de tricloroetano, dicloro etano, aldehidos.

V.4,9.- Catalizador:

Se emplea cloruro mercúrico con carbón activado los cuales van empaquetados en los tubos del reactor.

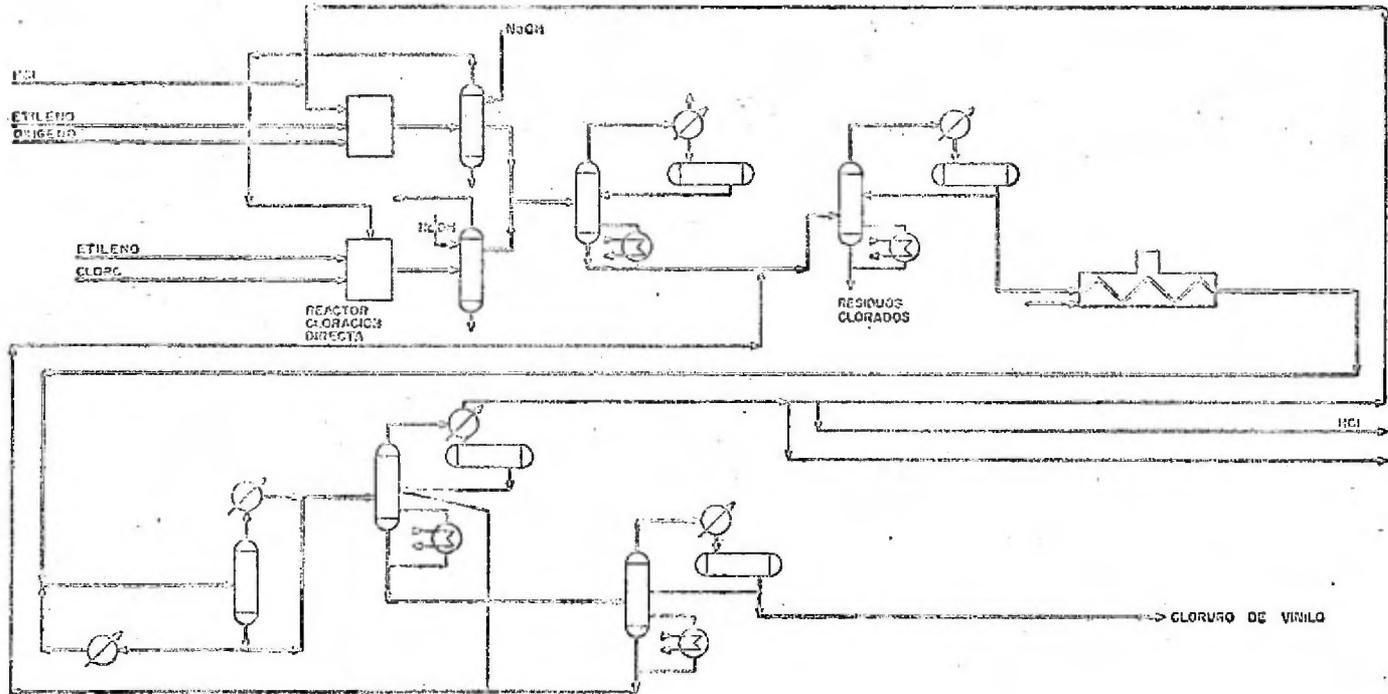
La temperatura afecta al catalizador.

ANEXO X

REACTOR
OXCLORACION

COLUMNA DE
PURIFICACION DCE

HORNO DE
PIROLISIS



TANQUE
ENFRIADOR

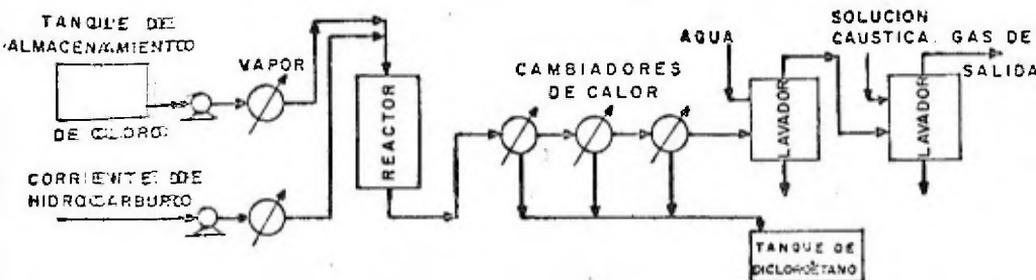
RECUPERACION DE
ACIDO CLORHIDRICO

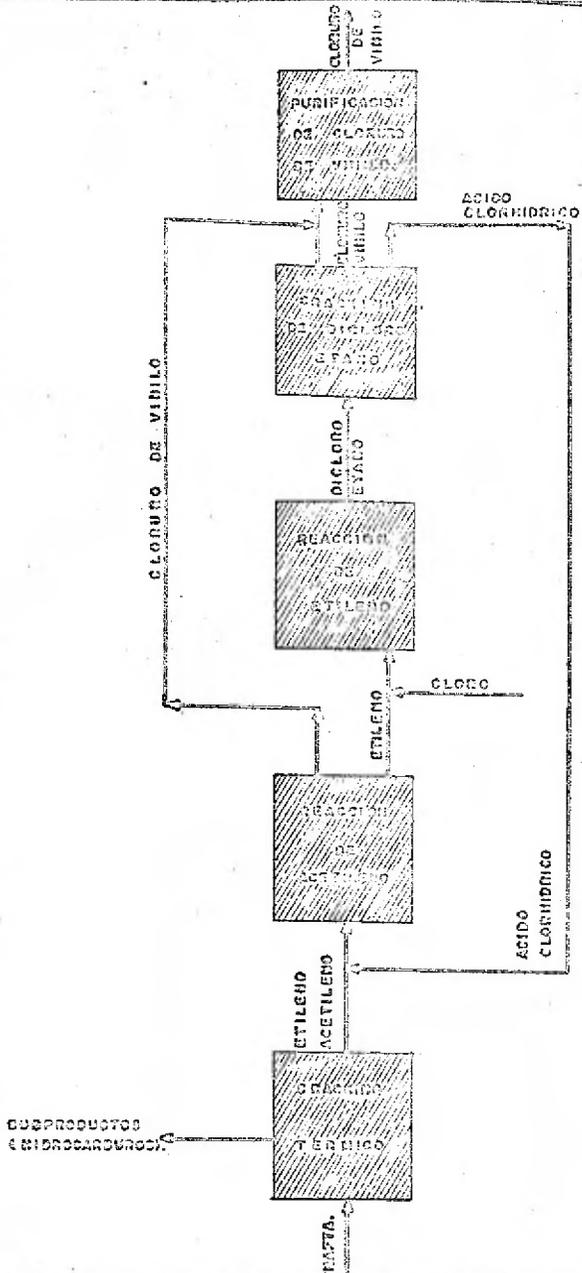
PURIFICACION RVC

PAJARITOS, VER.

PLANTA DE
DICLOROETANO Y

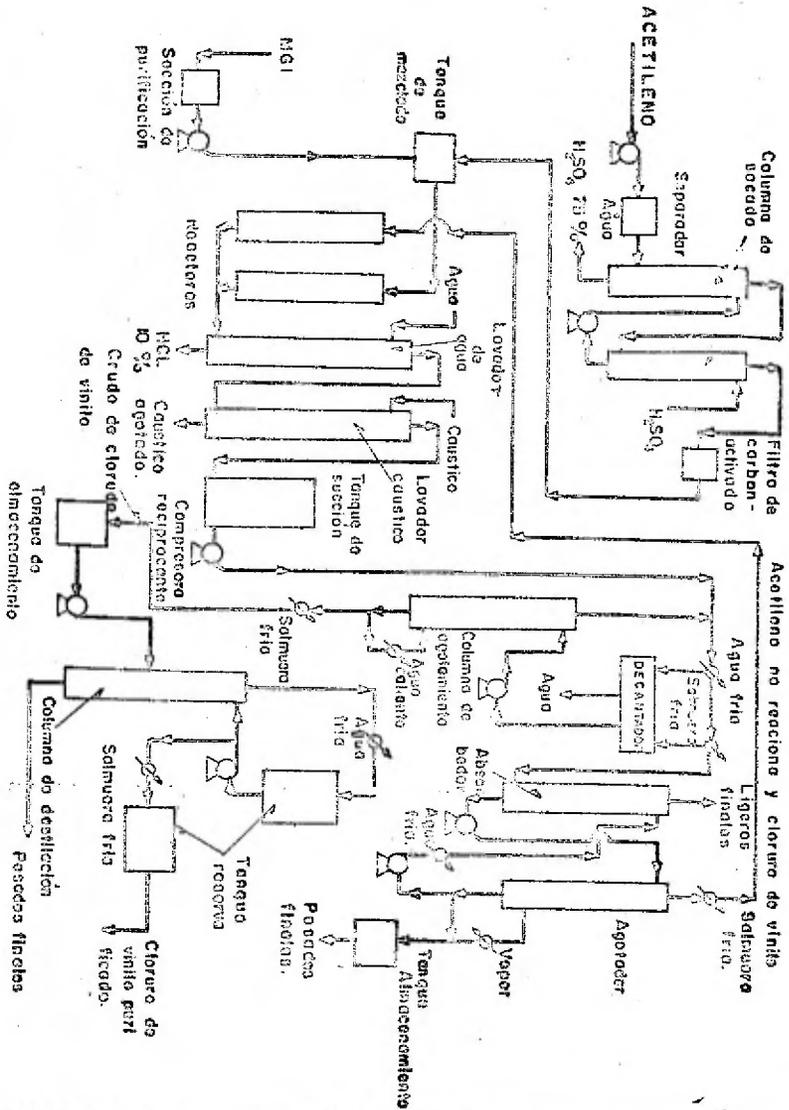
ANEXO XXI





PROCESO II
(KURENA)

ANEXO XXII



HIPOCLORINACION DE
ACETILENO PURO

V.5.- Selección del proceso:

Los lineamientos generales seguidos en la presente tesis para la selección de proceso de oxiclорación, sus conclusiones, son las siguientes:

V.5.1.- Se estudiaron las ofertas de licencias de las empresas:

<u>EMPRESA</u>	<u>RUTA DE PROCESO</u>
Scientific-Design (Monsanto)	Oxiclорación de etileno
Stauffer	Oxiclорación de etileno
Toyo-Soda	Oxiclорación de etileno
Goodrich B.F.	Oxiclорación de etileno
Shell Development Co.	Clорación de etileno
Chiyoda (Japan Kureha Chemical Industry).	Clорación de etileno y Hidroclорinación de acetileno combinados.

V.5.2.- Comparación de la ruta etileno vs. acetileno.

La proposición de CHIYODA se descartó porque utiliza acetileno como materia prima.

El País tiene un mercado reducido para el acetileno a pesar de sus diferentes usos:

soldadura, fabricación de hule neopreno, acrilonitrilo, cloruro de vinilo, ácido

acústico. En México solo está desarrollado el primer uso mencionado.

Otro inconveniente es el alto costo del acetileno (10cvs., D11/1b). Precio internacional del mercado.

En un estudio realizado por THE FLOUR CORPORATION, L.T.D., se comparó mediante las gráficas del anexo XXIII los procesos vía etileno y vía acetileno, variando los precios de compra de las materias primas.

Se supone que el precio del Cl_2 y el HCl es prácticamente el mismo.

La gráfica explica por sí misma por qué la ruta de etileno es preferible. El proceso vía etileno a que se refiere es una combinación del proceso convencional de cloración directa con el de oxiclорación.

En realidad, la nueva planta de Derivados Clorados II se integrará a la I aprovechando el HCl que ésta da como subproducto.

V.5.3.- Comparación entre las rutas vía etileno:

Existen dos rutas de proceso que utilizan la misma materia prima (etileno).

CLORACION DIRECTA DE ETILENO

OXICLORACION DE ETILENO

La importancia del proceso de oxiclорación depende del hecho de que el mercado para el ácido clorhídrico obtenido como subproducto es limitado en muchos casos. En México como en Estados Unidos -- existen áreas en donde hay exceso de ácido clorhídrico; en tales áreas la ruta convencional de etileno tiene una desventaja, dado que es necesario eliminar grandes cantidades de ácido. Por medio del nuevo proceso de oxiclорación es posible producir cloruro de vinilo a partir de etileno y cloro, aprovechándose el HCl que se obtiene como subproducto de la clорación directa.

El factor clave es el aprovechamiento del HCl. En base a esto se decidió entre dos posibles alternativas:

a).- Clорación directa con regresión del HCl a Cl_2 que fué propuesta por la Shell Development Co.

b).- Proceso de oxiclорación propuesto por la Scientific Design, Stauffer, Toyco-Soda, Goodrich B.F.

La proposición de la Shell se descartó porque --- aún cuando la inversión es similar a las de Scientific Design y Stauffer, se considerará en desventaja porque:

La regresión a cloro tiene problemas de corrosión que aún no han sido resueltos satisfactoriamente.

El costo de mantenimiento es mayor por este concepto y el tiempo de operación continúa es menor.

Mayor costo de reactivo y catalizadores.

Mayor costo de servicios auxiliares por consumo de vapor, agua de enfriamiento y gas combustible.

En el anexo XXIV se observa como varía el precio del subproducto HCl con el precio mínimo rentable del monómero, suponiendo que se aproveche en la misma planta (por regresión) o en el proceso de oxícloración. Este tiene su límite ya que en el punto donde se cruzan las líneas de los dos procesos (ver anexo XXIV) no se pierde o gana ya sea que se escoja uno u otro proceso.

V.5,4.- Alternativas en el proceso de oxiclora-
ción:

Una vez desechado el proceso de la --
Shell, se estudiaron las alternativas
existentes: uso de oxígeno puro o de
aire.

Se decidió por el uso del aire. Las -
razones son las siguientes:

- a).- Aún cuando el uso de oxígeno pu-
ro representa una reducción en -
las dimensiones del equipo, ma-
yor conversión a producto, mayor
velocidad de reacción, se hace -
necesario instalar una Planta Frac-
cionadora de Aire Líquido lo cual
significa una mayor inversión.
- b).- El nitrógeno obtenido no sería -
absorbido por la demanda del com-
plejo de Pajayitos, lugar donde
se va a establecer la planta de-
monstración de cloruro de vinilo, -
quedando una cantidad 20 veces -
mayor que la que el complejo con-
sumiría para este año. A este ex-
cedente se le tendría que buscar
mercado.

V.5.5.- Recomendación del proceso:

De información proporcionada por las -
empresas Scientific Design (Monsato)--
Stauffer y Toyo-Soda, resulta que la -
inversión, el costo de producción y la
rentabilidad de las instalaciones com-
piten pues son muy parecidas.

Se escogió el Proceso de Oxidación-
de la Scientific Design en base a las-
ventajas ofrecidas:

Mayor experiencia en la-
operación y facilidades-
para conocer el proceso-
desde el punto de vista-
técnico.

Simplicidad del proceso.

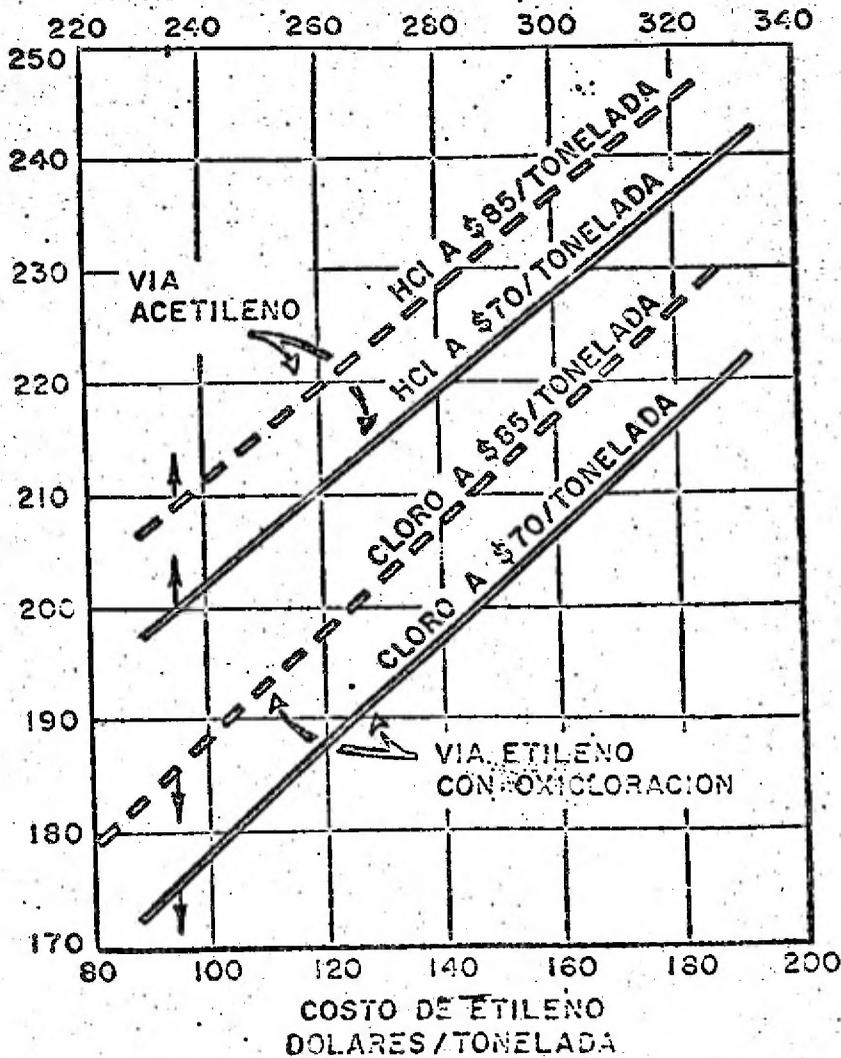
Problemas mínimos de man-
tenimiento.

Información detallada so-
bre el catalizador y un-
suministro seguro.

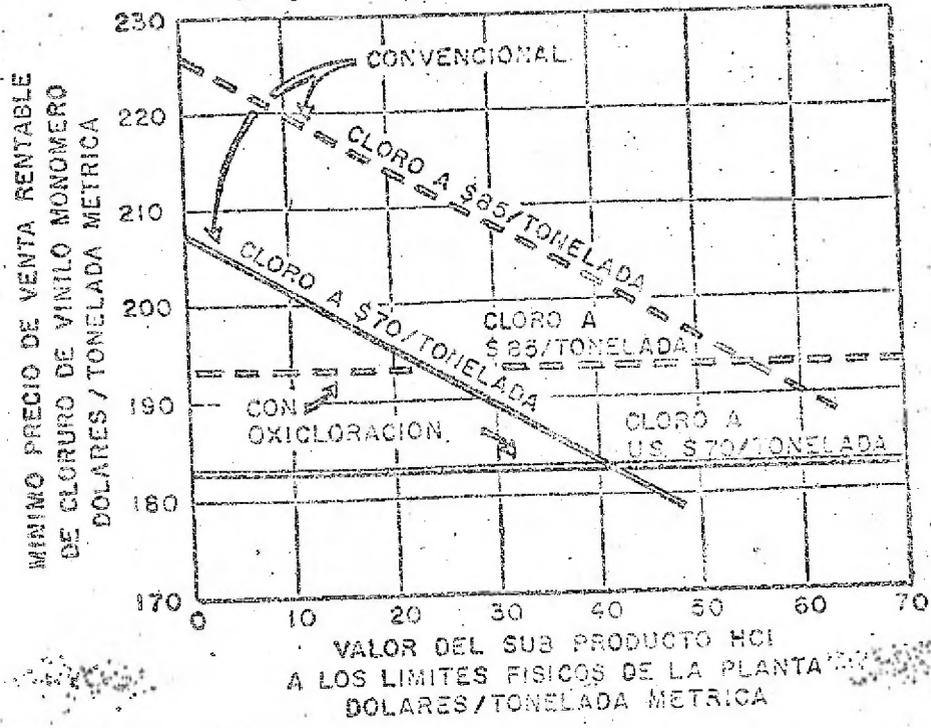
Facilidades de financia-
miento.

**COSTO DE ACETILENO
DOLARES / TONELADA**

**MINIMO PRECIO DE VENTA RENTABLE
DE CLORURO DE VINILO MONOMERO
DOLARES / TONELADA**



**Comparacion de Etileno Con Acetileno Para
la Manufactura de Cloruro de Vinilo**



Effecto del Valor del Subproducto HCl en el Costo de Manufactura de Cloruro de Vinilo desde Etileno y Cloro

VI.- ANALISIS ECONOMICO:

En los capítulos anteriores se ha determinado el mercado potencial del monómero de cloruro de vinilo, el cual ha fijado una capacidad de producción. También en base a factores crediticios y técnicos se ha escogido un proceso

"EL ANALISIS ECONOMICO" conjugará básicamente tres elementos de juicio:

- A).- ANALISIS DE MERCADO
- B).- CAPACIDAD DE PLANTA
- C).- PROCESO SELECCIONADO

y de esa manera se obtendrán "índices económicos" que reflejarán la versatilidad y la capacidad del proyecto respecto a su rentabilidad, rotación de capital, impacto sobre la balanza de pagos y ahorro de divisas del País.

Este capítulo analiza los índices mencionados de las plantas de dicloroetano y cloruro de vinilo. En el anexo XXV se muestra el diagrama de bloques del Complejo de Derivados Clorados de Pajaritos.

VI.1,1.- Inversiones:

Se analizan dos tipos de inversiones: inversión total e inversión recuperable.

VI.1,2.- Inversión total:

Está comprendida por la inversión fija, capital de trabajo, intereses sobre el capital financiado ejercido antes de la amortización del préstamo, las regalías y los intereses por amortización de -- préstamo.

La inversión total para la planta de -- cloruro de vinilo (DCE y MVC) se estima en 262 millones de pesos. La distribu-- ción de gastos aparecen en el anexo --
KXVI. 5

La inversión comprenderá las siguientes unidades de proceso:

- a).- Ozonización para obtener dicloroetano. (DCE).
- b).- Purificación de dicloroetano.
- c).- Pirólisis de dicloroetano.
- d).- Purificación de cloruro de vinilo- (MVC).
- e).- Obtención de percloroetileno (PCE)

A continuación se presenta el desglose de cada uno de los renglones que forman la inversión total de 262 millones de p.

... sos (anexo XXVI) de la planta de monó-
mero de cloruro de vinilo.

VI.4.3.- Inversión recuperable:

Está integrada por la inversión fija, -
las regalías y los intereses sobre el
capital financiado durante el período
de construcción (1968-1973).

VI.4.4.- Inversión fija:

La estimación de esta inversión se hizo
en base al Método de Miller o de "Por-
centajes" sobre la Inversión del Equipo
Básico. (CHEMICAL ENGINEERING Sept. 13-
de 1965).

El estimado se hizo por grupos aplicando
factores en función del coste unitario -
promedio del Equipo Básico (eléctrico, -
tubería, etc.) La exactitud depende de -
dichos factores pues hay variaciones se-
gún la naturaleza del proceso: sólidos, -
líquidos, gases. En general, el Método -
está en función de tres renglones.

- 1.- Capacidad de la planta.
- 2.- Materiales para construcción.
- 3.- Condiciones de operación.

DISTRIBUCION DE INVERSION FIJA (PLANTAS DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO Y PERCLORO ETILENO) (CAPITAL FINANCIADO Y RECURSOS PROPIOS. MILES DE PESOS)

	1968			1969			1970		
	R.P	F.	TOTAL	R.P	F.	TOTAL	R.P	P	TOTAL
INGENIERIA	825	4575	5500	-0-	8500	8500	-0-	9000	9000
INT. EXPORTACION	-0-	-0-	-0-	-0-	32000	32000	-0-	13000	13000
INT. NACIONALES	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	6000	6000
CONSTRUCCION	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
ADMINISTRACION	500	-0-	500	4500	-0-	4500	2000	-0-	2000
	<u>1325</u>	<u>4675</u>	<u>6000</u>	<u>4500</u>	<u>40500</u>	<u>45000</u>	<u>2000</u>	<u>28000</u>	<u>30000</u>

	1971			1972			1973		
	R.P	F.	TOTAL	R.P	F.	TOTAL	R.P	P.	TOTAL
INGENIERIA	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
INT. EXPORTACION	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
INT. NACIONALES	-0-	20000	20000	-0-	25000	25000	-0-	9000	9000
CONSTRUCCION	-0-	25000	25000	-0-	30000	30000	-0-	25000	25000
ADMINISTRACION	5000	-0-	5000	5000	-0-	5000	5000	-0-	5000
	<u>5000</u>	<u>45000</u>	<u>50000</u>	<u>5000</u>	<u>55000</u>	<u>60000</u>	<u>5000</u>	<u>34000</u>	<u>39000</u>

TOTAL CAPITAL FINANCIADO 208 000 MILES PESOS

TOTAL RECURSOS PROPIOS 22 000 MILES PESOS

VALORES REDONDEADOS

Existen ciertas reglas basadas en la experiencia y son:

- a).- A medida que el equipo aumenta en sus dimensiones el factor total disminuye.
- b).- Cuando los materiales de construcción son costosos (acero inoxidable, fibra de vidrio), los factores tienden a ser pequeños.
- c).- Al aumentar las presiones de operación disminuye el factor total.

Estos factores están en función del costo unitario promedio del equipo principal como se -- ilustran en los anexos XXVII y XXVIII.

El costo unitario promedio del equipo se define así:

$$\frac{\text{Costo total del equipo básico del proceso}}{\text{Cantidad del equipo básico}}$$

El desarrollo del estimado aparece en el anexo XXIX y se hizo considerando cuatro áreas dentro de la planta.

- 1.- Límite de batería (L.B.)
- 2.- Almacenamiento y manejo (A.M.)
- 3.- Servicios auxiliares (A)
- 4.- Servicios (S)

Estas áreas se definen así:

Límites de baterías (L.B.).- Comprende todas las instalaciones que hacen posibles que las materias primas se conviertan en producto terminado. Incluye: edificios, equipo, tubería, instrumentación, instalaciones eléctricas, servicios del edificio y además los volúmenes proporcionales de aire comprimido, vapor de agua, refrigeración, plomería, sistema de aire acondicionado etc., que lleva tales servicios a los límites del área de batería.

Almacenamiento y manejo (A.M.).- Consiste en almacén, tanques de almacenamiento, carga y descarga de materiales y producto. Incluye las líneas que van de los almacenes hasta los límites del área de batería pero no así al manejo y almacenamiento de las materias primas para los servicios auxiliares combustible, etc.

Servicios auxiliares (A).- Se refiere a la producción y transporte de la energía a cualquier sitio de la planta y edificios. Comprende: unidad de -- comprensión de aire, subestación eléctrica, líneas de transmisión, alumbrado; unidad de producción de vapor y sus líneas; sistema de suministro de agua, (casa de bombas), torre de enfriamiento, líneas ; drenaje y alcantarillado, sistema de trata--

miento de agua y desechos, almacenamiento y manejo de materias primas para la producción de servicios auxiliares.

Servicios (S)..- Incluye: oficinas, laboratorio, cafetería, vestidores, caseta de vigilancia, caminos, jardines, etc.

Generalmente se le denomina "auxiliares" a las tres áreas: almacenamiento y manejo, servicios auxiliares y servicio.

✓
↓
Cálculo:

El procedimiento seguido fué:

- a).- Estimación del rubro "Límites de Bateria" basándose en el equipo de proceso.
- b).- Estimación del área de "Almacenamiento y Manejo" por factores del rubro límites de batería.
- c).- Estimación de los "Servicios Auxiliares" como función del límite de batería.
- d).- Estimación de "Servicios" como función de (L.B. + A.M. + A.)

El "equipo básico" se definió como todo el equipo de proceso sin incluir cimentaciones, soporte

estructurales , aislamiento, pintura anticorrosiva, montaje. Está formado por el equipo principal y el misceláneo.

El Equipo Principal representa todo aquel -- que aparece en un diagrama de flujo (incluyendo bombas). El Misceláneo es aquel que generalmente no aparece en dicho diagrama tales como accesorios de tubería, de equipo, etc.

Para compensar el efecto inflacionario debido a la disminución en el aprovisionamiento de artículos y servicios con una demanda fija o por el aumento de la "Demanda Efectiva" con un almacenamiento fijo de artículos y servicios, el costo unitario promedio del equipo principal se transformó a dólares constantes en base al año de 1958 (Ver anexo XXIX).

Los factores aplicados corresponden a los -- clasificados por el método usado con un rango de costo unitario promedio del Equipo Principal de \$ 3 000 a 6 000 dólares. En el caso que se trata, el Costo Unitario fué de 5 715 dólares de 1958.

VI.2.1.- Capital de Trabajo:

El capital de trabajo inicial para el comien-

so de las operaciones de la planta de monómero de cloruro de vinilo, se estima en 4 059 330.00 pesos según se muestra en el anexo XXX.

El criterio usado para determinar el monto del capital de trabajo se basó en:

- Considerar únicamente el activo circulante como fuente para hacer trabajar toda la planta.
- No considerar el pasivo circulante supuesto que el capital financiado (208 millones de pesos) rebasa en mucho los recursos propios (22 millones de pesos).
- No se considera stock de materia prima porque proviene del mismo complejo petroquímico.

VI.3.- Financiamiento:

En 1968 se obtuvo del Gobierno Francés y de un consorcio de bancos de ese país un financiamiento en francos franceses equivalentes a 430 millones de pesos, para la construcción de dos plantas petroquímicas de las cuales

270 millones de pesos están destinados a las compras de bienes y servicios, - con un interés de 6.5% sobre saldos in solutos y un plazo de 15 años; y 160 - millones de pesos para gastos en México de los que el 60% corresponden al Gobierno Francés con interés del 6.7% anual sobre saldos insolutos en un plazo de cinco años.

VI.3.1.- Características del crédito francés:

MONTO MILLO NES DE PESOS	FUENTE	TASA DE INTERES ANUAL	AÑOS	PARTIDA	CONDICIONES
270	Gobierno Francés.	6.5%	15	Compra de bienes y servicios en Francia	Saldos <u>In solutos</u> .
96	Gobierno Francés	4.0%	5	Gastos en México (Mat. Nal.)	Saldos <u>In solutos</u> .
64	Consortio Bancario	6.7%	5	Gastos en México (Construcción).	Saldos <u>In solutos</u> .
430	T O T A L				

Con objeto de estimar el monto de los intereses y la amortización del préstamo, se consideró que la ingeniería y materiales de importación se cubrirían con el préstamo de 6.5% y 15 años

de plazo mientras que la compra de materiales nacionales con el de 4.0% y 5 años de plazo; y la construcción con el de 6.7% de interés a 5 años.

↓ Del préstamo total de 430 millones de pesos, 208 millones de pesos se utilizarán para las siguientes unidades:

a).- Dicloroetano y monómero de cloruro de vinilo.

b).- Percloroetileno (PCE).

Se considera que el 84.1% de los intereses de 208 millones de pesos los abarcará la planta de dicloroetano y monómero de cloruro de vinilo y el resto la otra planta.

La inversión fija de la planta de percloroetileno es de 45 millones de pesos (Ver anexo XXVI).

↓ VI.3.2.- Intereses y amortización de capital (para las plantas de monómero de cloruro de vinilo y percloroetileno).

Sobre la base de que la amortización del préstamo se iniciaría 36 meses después de haberse concertado, en 1971 comenzarán los pagos por dicho concepto. En e

anexo XXXI se hace una relación cronológica del monto de los intereses y amortización de los diversos préstamos, pudiéndose observar que el costo del capital financiado (208 millones de pesos) ascenderá a 64,566,000 pesos durante el periodo de amortización. Los cálculos se dan a -- continuación:

71.3.4.- Cálculo de intereses y amortización de capital.- Se considera que el 84.1% del préstamo es para la planta de dicloroetano y monómero de cloruro de vinilo.

Primer préstamo: ingeniería y materiales de importación (68 millones de pesos).

Fórmula:

$$R = A \left[\frac{i}{s_{\overline{n}|i}} \right]$$

Factor de recuperación de capital (de tabla)

Datos:

A = 68 millones de pesos.

i = 6.5%

n = 15 años

R = Amortización + intereses (pago periódico anual uniforme).

R = 7,226,400 pesos

$s_{\overline{15}|6.5\%} = .106135278$

En 15 años:

R = 109,426,000 pesos

Intereses totales = 40 426 000 pesos

Interés anual = 2 695 067 pesos

Amortización anual: = 4 533 333 pesos

Segundo préstamo: materiales nacionales (60 millones de pesos)

Fórmula:

$$R = A \left[\frac{1}{\frac{a}{n} i} \right]$$

Datos:

A = 60 millones de pesos

i = 4%

n = 5 años

R = X

Factor recuperación de capital = 0.2246

R = 13,476,000 pesos

En 5 años:

R = 67,380,000 pesos

Intereses totales = 7,380,000 pesos

Interés anual = 1,476,000 pesos

Amortización anual: = 12,000,000 pesos

Tercer préstamo: construcción (80 millones de pesos)

Fórmula:

$$R = A \left[\frac{1}{\frac{a}{n} i} \right]$$

Datos:

A = 80 millones de pesos

i = 6.7%

R = X

Factor de recuperación de capital = 0.247

R = 19,352,000 pesos

En 5 años:

R = 96,760,000 pesos

Intereses totales = 16,760,000 pesos

Interés anual = 3,352,000 pesos

Amortización anual = 16,000,000 pesos

VI.3,5.- Intereses anuales por los tres préstamos:

Los intereses anuales durante los años de 1971 a 1975 por concepto de los --- préstamos son:

Primer préstamo	\$ 2,695,067
Segundo préstamo	1,476,000
Tercer préstamo	<u>3,352,000</u>
	\$ 7,523,067

Considerando que el 84.1% para la planta de dicloroetano y monómero de cloruro de vinilo:

$$7,523,067 \times 0.841 = \$ 6,252,251$$

Los intereses que van a regir a partir de 1975 serán por concepto del préstamo a 15 años, puesto que los dos de --- cinco años ya se liquidaron. El monto-anual es:

Primer préstamo (a 15 años) \$ 2,695,067

Considerando el 84.1% sobre la cantidad anterior, los intereses son: \$ 2,191,903.

VI.3,6.- Amortización anual por los tres préstamos

La que regirá durante los años de 1971 a 1975 será por concepto de los tres préstamos:

Primer préstamo	\$ 4 533 333.00
Segundo préstamo	12 000 000.00
Tercer préstamo	16 000 000.00
	<u>\$ 32 533 333.00</u>

Tomando en cuenta el 84.1% de la cifra anterior resulta que la amortización anual por los tres préstamos durante los años de 1971 a 1975 será:

\$ 27,360,534.00

A partir de 1976 y durante 10 años se amortizará solo el primer préstamo que es a 15 años ó sea:

Primer préstamo	\$ 4,533,333.00
que considerando el 84.1% se reduce a:	\$ 3,812,534.00

VI.3.7.-Resumen:

Combinando las cifras de amortización e intereses de los tres préstamos que anteriormente se desglosaron se puede concluir así:

Capital amortizado	\$ 200,000,000.00
Intereses totales de 1971-1985	\$ 64,566,000.00

VI.3.8.-Intereses durante los tres primeros años antes de empezar a amortizar el préstamo. Mantas lo momento de el año

no de vinilo y percloroetileno, 1968 a 1970.

Debido a inversiones imprevistas en otros proyectos, la empresa distrajo el dinero asignado a la construcción de la Planta Derivados Clorados II; esto causa que la planta no arranque sino hasta mediados de 1973 aunque como se vió anteriormente el capital financiado se empezó a amortizar a partir de 1971.

La consecuencia de lo mencionado anteriormente es que aún cuando la planta no esté en operación el capital se estará amortizando, lo que afecta la rentabilidad de la planta.

Los intereses causados por el dinero adelantado durante los años de 1968 a 1970 (intereses de financiamiento de préstamo para ingeniería y materiales de importación, materiales nacionales se calculan a continuación:

Fórmula:

$$S = P (1+i)^n$$

S = Monto de capital prestado más intereses (en valor futuro).

P = Monto de capital prestado

i = Interés anual

n = Años

NOTA: Los intereses ganan intereses

Los valores de P para los diferentes años de este período son:

AÑO	i	n	P (ver anexo XXXI)
1968	6.5%	3 años	\$ 4 675 000.00 — X_1
1969	6.5%	2 años	40 500 000.00 — X_2
1970	6.5%	1 año	28 000 000.00 — X_3
1970	4.0%	1 año	<u>6 000 000.00 — X_4</u>
Total Efvo. prestado			\$ 79 175 000.00

Las operaciones de cálculo se hicieron de dos maneras:

- Calculando los intereses en un período único de 3 años.
- Calculando los intereses en forma desglosada año por año.

Período único: Para 1968-1970

$$S_1 = 4\,675\,000 (1.065)^1 = \$ 4\,978\,875.00$$

$$S_2 = 4\,978\,875 (1.065)^1 + 40\,500\,000 (1.065)^{\frac{1}{2}} = 48,493,316.$$

$$S_3 = 48\,493\,316 (1.065)^1 + 28\,000\,000 (1.065)^{\frac{1}{2}} = 81,465,381.$$

$$S_4 = 6000 (1.04)^1 = \$ 6,240,000.00$$

$$S \text{ Total} = \$ 141,177,572.00$$

$$\begin{aligned} P \text{ Total} &= 4\,675\,000 + 4\,978\,875 + 40\,500\,000 + \\ &\quad 48\,493\,316 + 28\,000\,000 + 6\,000\,000 \\ &= \$ 132,647,191.00 \end{aligned}$$

$$\text{Interés total} = 141\,177\,572 - 132\,647\,191 = 8\,530\,381.0$$

al capital financiado durante el tiempo de construcci3n . (1963-1973)

El costo total del capital financiado (203 millones de p.c.s) ser4:

CONCEPTO	VALOR
Intereses durante los tres primeros a3os antes de empezar a amortizar.	\$ 8 530 381.00
(1963-1970)	
Intereses durante el tiempo de amortizaci3n del capital.	<u>64 556 000.00</u>
(1971-1985)	
Gasto total.	\$ 73 096 381.00

El 84.4% de este valor total ser4 absorbido por la planta de mon3mero de cloruro de vinilo.

VI.4.- Regal4as:

El pago de regal4as a los licenciados del proceso se har4 de la manera siguiente:

	DIS. (U.S.A)	PESOS (M.N.)
Planta de MVC	844 000.00	40 550 000.00
"Process Packa ges" MVC	<u>100 000.00</u>	<u>1 250 000.00</u>
T o t a l:	944 000.00	41 800 000.00

Estas regal4as se pagar4n en un plazo de cuatro a3os despu3s de iniciada la producci3n haci3ndo se como pago 3nico. Por este motivo se incluir4 en la depreciaci3n de la inversi3n fija.
(Fuente: Pemex.-Gerencia de petroqu4mica.)

VI.5.- Costos anuales de producción del monómero de cloruro de vinilo.

El costo anual de producción en la planta de monómero de cloruro de vinilo, se estima en ^{34173,27} 152.443 millones de pesos trabajando a una capacidad nominal de 70 000 ton/año.

P En el anexo ~~XXXII~~ y ~~XXXII-A~~ se hace un desglose de dicho costo, comprendiendo los costos variables 119.527 millones de pesos y los costos fijos 32.647 millones de pesos (anexo ~~XXXII-B~~).

Los costos de producción a diferentes capacidades se calculan aplicando la siguiente ecuación:

$$Y = a + bx$$

En donde:

Y = Costo total de producción

a = Costos fijos

b = Costos variables

x = Relación entre la capacidad de trabajo y la capacidad nominal.

Como la nueva planta arrancó en marzo de 1973 y la demanda en este año será de 70 000 toneladas, se juzga conveniente que tanto la planta I de 10 000 ton/año como la II, trabajen a plena capacidad, con lo que los excedentes podrían exportarse a los paí

ses miembros de la ABAIC a precio de mercado internacional.

En el anexo XXXIII se presenta un panorama de las demandas y los excedentes exportables que en el año de 1974 podrían ser de 9 500 toneladas (siempre y cuando la demanda nacional se mantenga de acuerdo con los actuales pronósticos).

En México la demanda de monómero plantea la necesidad de una planta con mayor capacidad productora (probablemente de 100 a 120 mil toneladas anuales) adecuada para cubrir el creciente mercado nacional (anexo XXXIII).

Sin embargo la problemática consiste en seleccionar el camino para resolver la demanda creciente:

- Trabajar a sobre capacidad las plantas I y II de monómero de cloruro de vinilo con 100 000 ton/año totales.
- De acuerdo a los pronósticos de consumo, (anexo XXXIII) importar monómero de cloruro de vinilo a partir del año de 1976.
- Estudiar la posibilidad de establecer una tercera planta con capacidad de 100 000 ton/año una vez que la demanda de consumo nacional lo amerite (posiblemente en 1979).

VI.6.- Ingresos por ventas de monómero de cloruro de vinilo:

Los ingresos por ventas, derivados de la operación de la planta de monómero de cloruro de vinilo, se estiman en 192.5 millones de pesos -- teniendo un costo total anual de producción de 152.144 millones de pesos, con lo que la ganancia neta sería del orden de 40.456 millones de pesos anuales, siempre y cuando se venzan oportunamente los obstáculos del arranque y la planta opere desde el principio a capacidad total.

El precio de venta en el país se fijó en -----
\$ 2 750.00 la tonelada.*

VI.7.- Punto de equilibrio:

En el anexo XXXIV se observa que el punto de equilibrio se alcanzará cuando la planta produzca 31 000 toneladas anuales; es decir, operando al 44.2% de su capacidad.

*-Dato de última hora: la tonelada del monómero de cloruro de vinilo subió a 3 500 pesos a partir del mes de septiembre de 1973y por lo tanto se deberá correr esta variación de precio en el análisis económico si se quiere tener mayor precisión en el mismo.

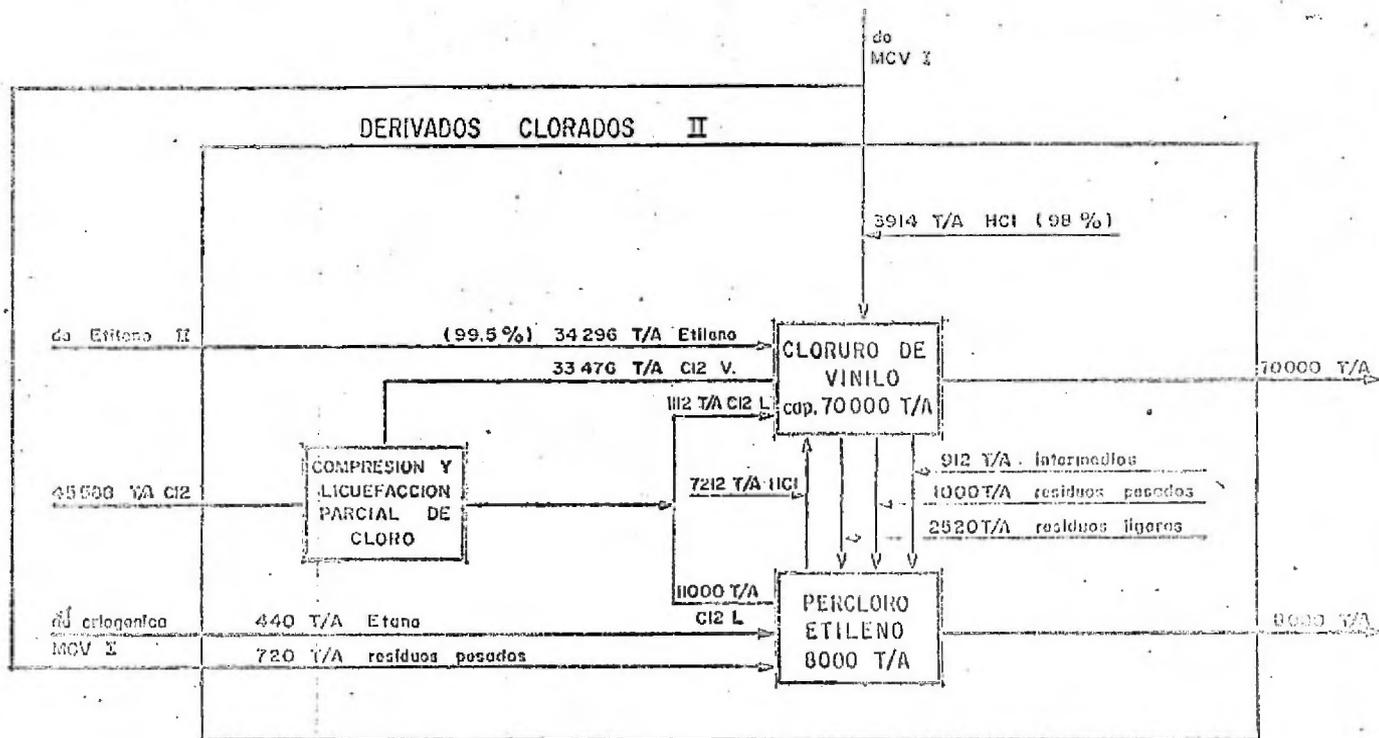


DIAGRAMA DE BLOQUES
del complejo derivados clorados

ANEXO XXIV

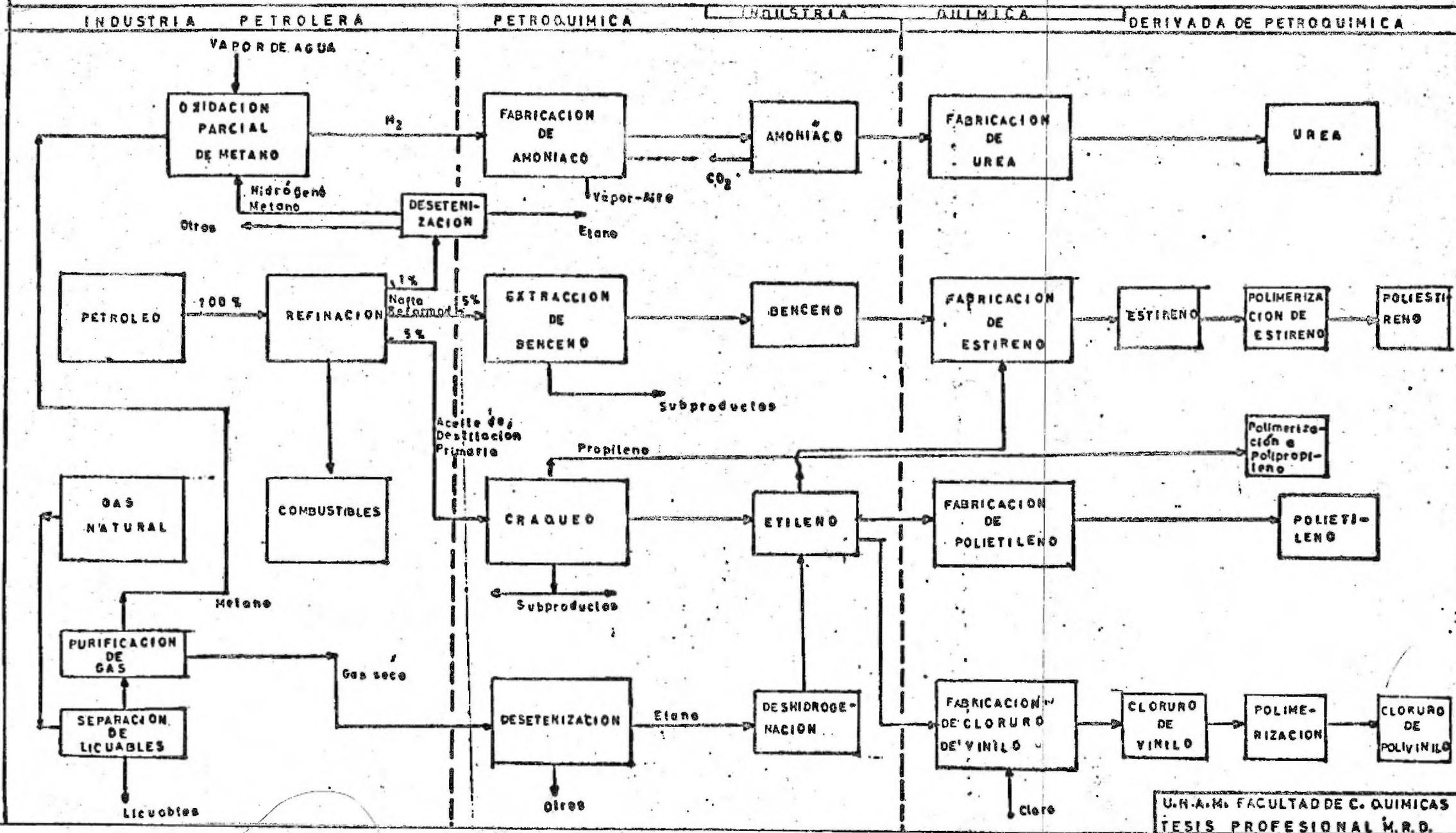
INVERSIÓN DE COMPLEJO DE DERIVADOS CLORADOS. PESOS

	<i>Operación de Planta</i> <u>DOE Y MGT</u>	<i>By Account</i> <u>PCE &</u>	<u>TOTAL</u>
Inversión fija	185 000 000	45 000 000	230 000 000
Capital de trabajo	4 059 000	1 059 140	5 118 140
Intereses durante periodo 1968-1970	<u>7 174 050</u>	<u>1 356 330</u>	<u>8 530 380</u>
Inversión Inicial	196 233 050	47 415 470	243 648 520
Regalías	11 800 000	1 335 000	13 135 000
Intereses por amortización de préstamos.	<u>54 300 000</u>	<u>10 265 994</u>	<u>64 566 000</u>
Inversión Total	<u>262 333 556</u>	<u>59 016 464</u>	<u>321 349 500</u>

22.- 208 millones de pesos corresponden al capital financiado y 22 millones de pesos a recursos propios. El 84.1% de 208 millones de pesos se destinó a la planta de monómero de cloruro de vinilo.

3.- Inversión correspondiente a la planta de percloroetileno.

ESQUEMA TEORICO DE LA INTERRELACION DE LA PETROQUIMICA CON LA INDUSTRIA PETROLERA Y CON LA QUIMICA ORGANICA DERIVADA



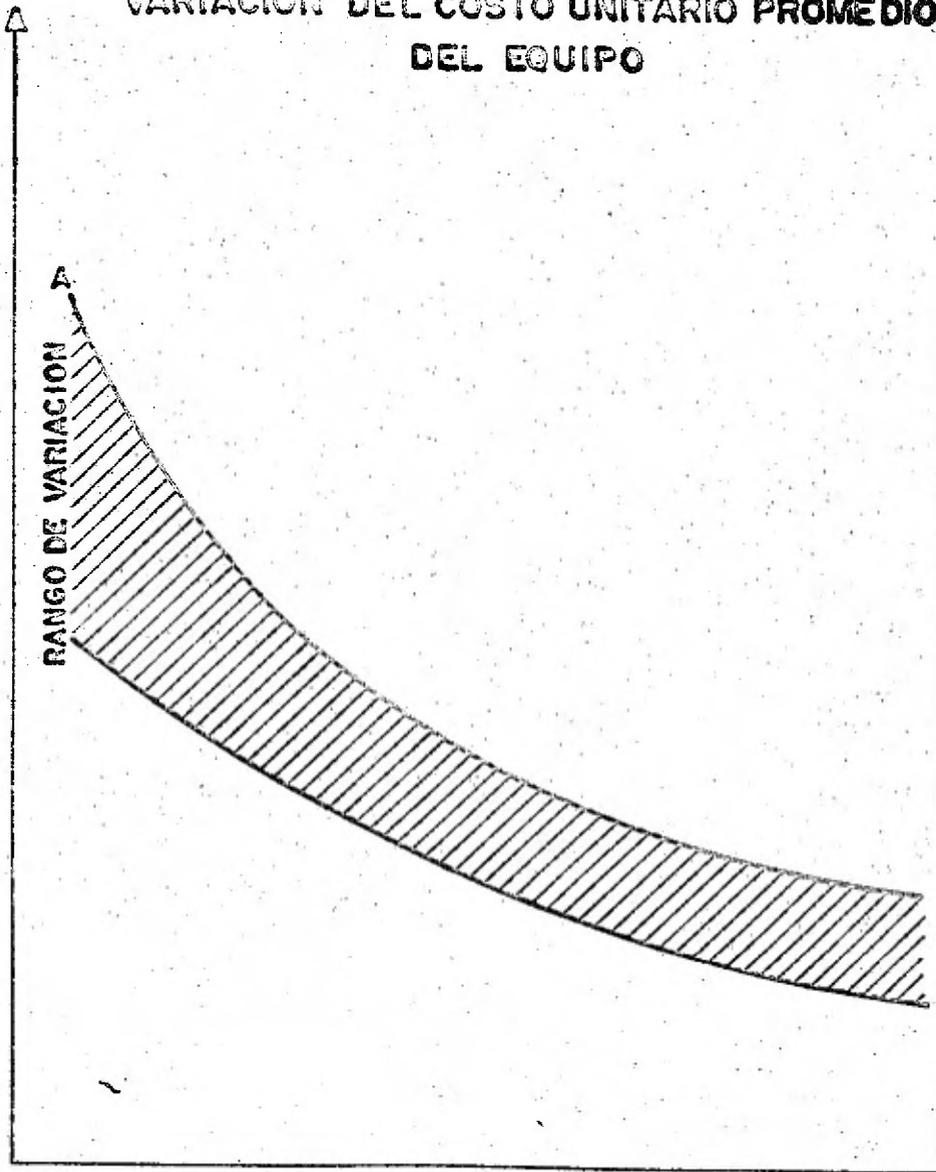
ANEXO XXVII

VARIACION DEL COSTO UNITARIO PROMEDIO
DEL EQUIPO

FACTOR EN PORCIENTO DEL COSTO DEL EQUIPO BASICO

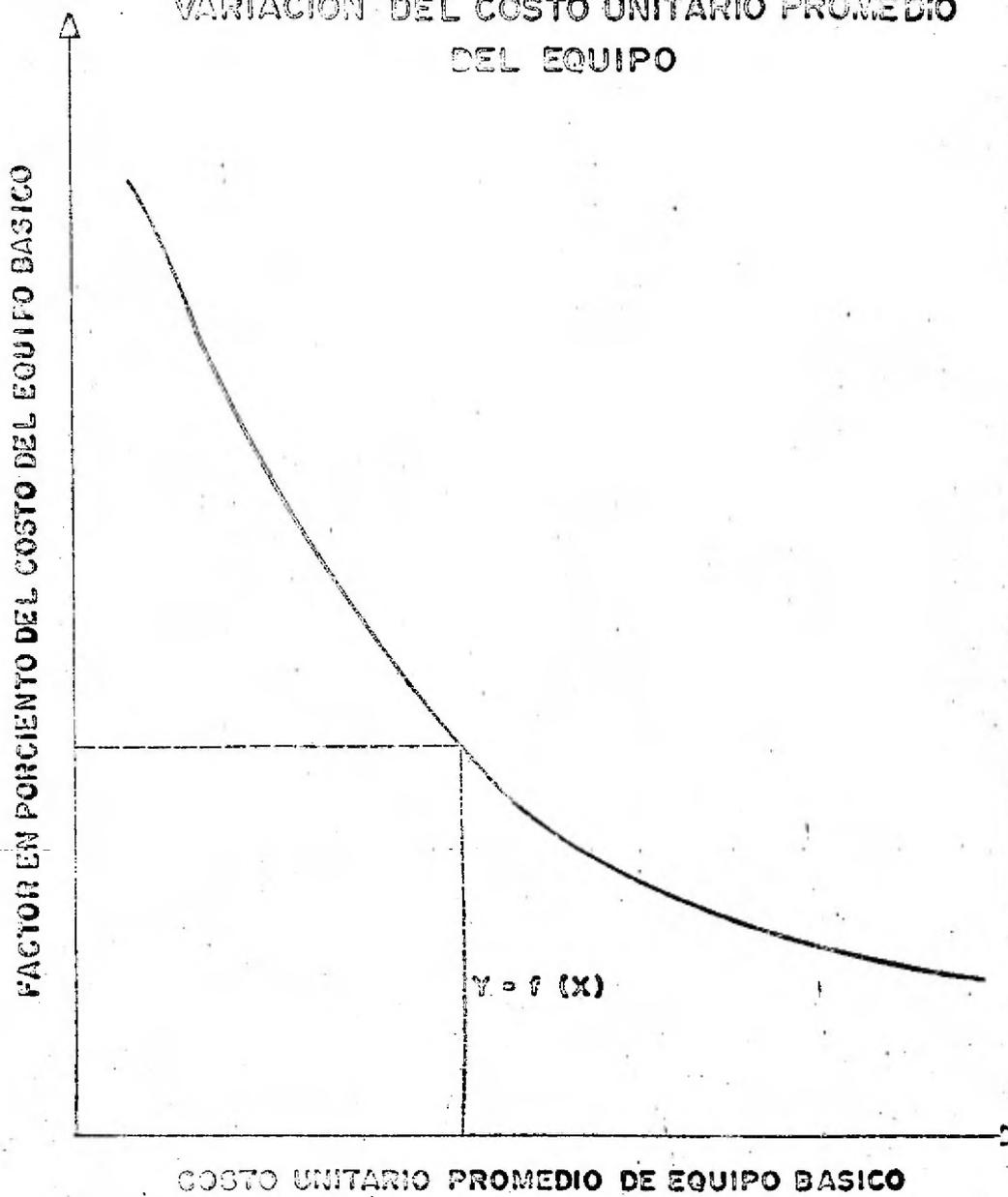
RANGO DE VARIACION A

COSTO UNITARIO PROMEDIO DE EQUIPO BASICO



ANEXO XXXVIII

VARIACION DEL COSTO UNITARIO PROMEDIO
DEL EQUIPO



700005

ANEXO XXX

PLANTA: Monómero de cloruro de vinilo II

CAPACIDAD: 70 000 t/a

LOCALIZACION: Pajaritos, Ver.

SUMARIO DEL CAPITAL DE TRABAJO

1.- CAJA (a + b)	\$ 413 770.00
a.- SUELDOS Y SALARIOS (10 días)	\$ 92,095.00
b.- SERVICIOS Y VARIOS (Auxiliares) (10 días)	321 675.00
2.- INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO	3 645 560.00
3.- INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS No considerado	
a.-	-0-
b.-	-0-
c.-	-0-
d.-	-0-
e.-	-0-
SUMA DEL CAPITAL DE TRABAJO (1+2)	\$ 4 059 330.00

1).- Mano de obra directa, supervisión técnica, gastos generales y administrativos, servicios.
Ver anexo # XXII.

2).- 2 120 ton/10 días a precio mercado internacional (1 322.7720 \$/Ton.); flete 30% Lab. en México, D.F.

70 000 t/a equivalente 212 t/día

ANEXO XXXI

TABLA DE AMORTIZACION DE CAPITAL E INTERESES
PLANTAS DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO Y -
PERCLOROETILENO

AÑO	INGENIERIA Y MATERIALES DE IMPORTACION. (6.5% y 15 AÑOS)	MATERIALES NACIONALES (4% y 5 AÑOS)	CONSTRUCCION (6.7% y 5 AÑOS)	TOTAL
	PESOS	PESOS	PESOS	PESOS
1968	303 375			303 375
1969	3 014 440			3 014 440
1970	4 972 065	240 000		5 212 065
1971	7 228 400	13 476 000	19 352 000	40 056 400
1972	7 228 400	13 476 000	19 352 000	40 056 400
1973	7 228 400	13 476 000	19 352 000	40 056 400
1974	7 228 400	13 476 000	19 352 000	40 056 400
1975	7 228 400	13 476 000	19 352 000	40 056 400
1976	7 228 400			7 228 400
1977	7 228 400			7 228 400
1978	7 228 400			7 228 400
1979	7 228 400			7 228 400
1980	7 228 400			7 228 400
1981	7 228 400			7 228 400
1982	7 228 400			7 228 400
1983	7 228 400			7 228 400
1984	7 228 400			7 228 400
1985	7 228 400			7 228 400

Capital prestado (3 préstamos) 208.000 millones de pesos

Intereses totales(3 préstamos) 73,096 millones de pesos

Capital prestado + intereses 281.096 millones de pesos

NOTA.- El 84.1% de estos intereses serán absorbidos por la planta de monómero de cloruro de vinilo.

PLANTA DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO Y DE PERCLOROETILENO

GRAFICA DE AMORTIZACION DE CAPITAL E INTERESES

CAPITAL FINANCIADO + INTERESES
MILLONES DE PESOS

300
200
100

201.096 Millones de Pesos

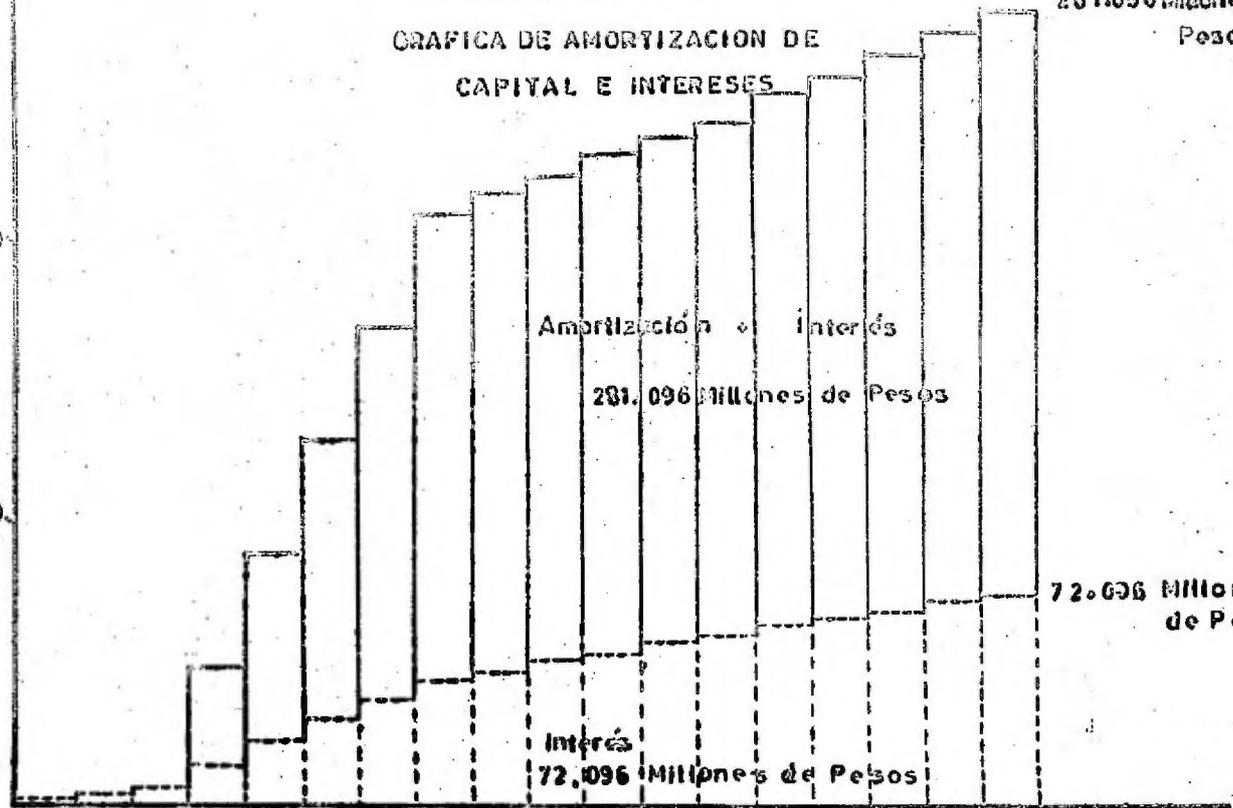
72.096 Millones de Pesos

Amortización + Interés
201.096 Millones de Pesos

Interés
72.096 Millones de Pesos

1968 1970 1972 1974 1976 1978 1980 1982 1984

A Ñ O



ANEXO XXXIII

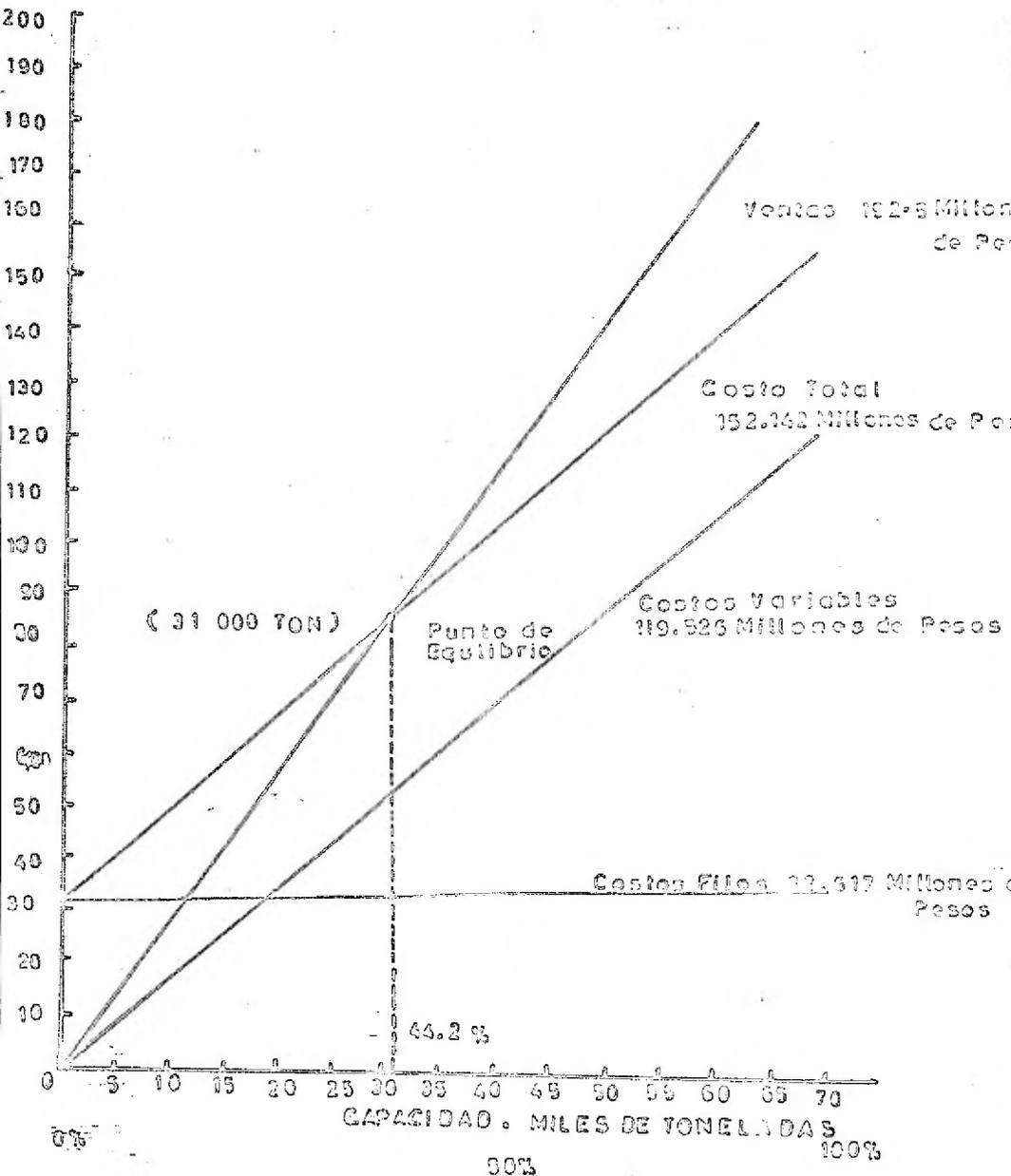
MERCADO FUTURO DEL MONOMERO DE CLORURO DE VINILO (TON)

<u>AÑO</u>	<u>DEMANDA</u>	<u>PRODUCCION²</u>	<u>EXPORTACION</u>	<u>IMPORTACION</u>
1973	61,700	19,500		42,200
1974	70,400	89,500	19,100	
1975	80,300	89,500	9,200	
1976	91,800	89,500		2,300
1977	105,000	89,500		15,500
1978	119,000	89,500		29,500
1979	134,000	189,500	55,500	
1980	150,000	189,500	39,500	

(&).- Se considera que en 1979 entraría una planta con capacidad de 100 mil toneladas anuales de cloruro de vinilo.

ANEXO XXXIV

DETERMINACION GRAFICA DEL FUNTO DE EQUILIBRIO
PLANTA DE CLORURO DE VINILO II



VI.A.- ANALISIS DE FACTORES ECONÓMICOS.

VI.A.1.- Índices y factores de prioridad.

Conceptos fundamentales:

Actualmente las técnicas de evaluación de proyectos en México, cuando se emplean como criterios de juicio para valorizar las repercusiones socioeconómicas a que da lugar la realización de alguna obra de integración industrial, ofrecen solamente panoramas restringidos y unilaterales.

Los diferentes factores que pueden aportar orientaciones sensatas, desde el punto de vista micro y microeconómico no se consideran independientemente entre sí, sino por el contrario, complementarios en la formación del juicio de tal manera que las deducciones que de ellos se obtenga involucren todos los factores directos e indirectos, cualitativos y cuantitativos, inherentes a la realización del proyecto en cuestión.

Bajo el punto de vista anterior, en este trabajo se presenta un modelo analítico que tiene por finalidad el establecimiento de una escala de prioridades que conjugue la mayoría de los factores económicos de las inversiones realizadas.

El índice de prioridad es una técnica desarrollada para comparar numerosos proyectos y separar aquellos que reúnen más ventajas para hacer frente al problema de la escasez de recursos.

Una de las políticas que tiene Petróleos Mexicanos como empresa estatal, es la de contribuir mediante inversiones al crecimiento del Ingreso Nacional y al mejoramiento de la Balanza de Pagos del país, independientemente de otros factores que beneficien en términos generales su economía interna.

A fin de establecer una escala de prioridades basada en las repercusiones económicas de las instalaciones en proyecto, se ha agrupado a ellas en directas e indirectas; las primeras se refieren a las percepciones y erogaciones debidas al proyecto mismo y que directamente inciden sobre la economía de la empresa; las segundas se refieren a las contribuciones socio-económicas que recibe el país.

Se ha establecido una fórmula que permite calcular numéricamente el "índice de prioridad", agrupando los principales factores económicos, de tal modo que aplicándola a las diferentes alternativas sea posible obtener la solución óptima, tanto para la empresa como para el país. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$IP = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

En donde:

IP = Índice de prioridad

R_1 = Factores de prioridad:

R_1 = Índice de velocidad de rotación de capital.

R_2 = Índice de rentabilidad.

R_3 = Contribución neta del proyecto al ingreso nacional.

R_4 = Impacto del proyecto sobre la balanza de pagos del país.

R_1 y h_2 son factores microeconómicos directos ya que solo miden los beneficios de la empresa emanados del proyecto, mientras R_3 y R_4 son factores microeconómicos indirectos, porque miden la repercusión del mismo a escala nacional.

VI.A.2.-Rotación de capital:

Este es un factor ampliamente utilizado en la evaluación de proyectos y se le define como la relación entre el valor bruto de la producción anual y la inversión total. Esta relación indica la rapidez con que puede recuperarse la inversión con el valor de las ventas.

Se ha mencionado el "índice de velocidad de rotación de capital" que es un concepto que considera el valor dinámico del dinero o sea en el transcurso del tiempo, y los ajustes en la operación de las plantas de

proceso en función de las demandas del mercado, - durante la vida útil de ellas.

El método de cálculo incluye la transformación -- del monto de las inversiones e ingresos por ventas a valor presente, para diferentes tasas de descuento ; sin embargo, en vista de la incertidumbre en la exactitud de las estimaciones de costos, se juzga que su aplicación no sería procedente; por lo que para esta evaluación sería suficiente utilizar el índice "estático" haciendo las consideraciones correspondientes. Por ejemplo: que la planta trabaría a plena capacidad desde el primer año de producción; que la velocidad de rotación del capital sería el valor de las ventas entre la inversión recuperable (inversión fija más regalías más intereses del capital, durante el período de construcción) por lo que:

Inversión fija	\$ 185,000,000.00
Regalías	11,800,000.00
Intereses durante el período de construcción(1968-1973)	<u>22,804,677.00</u>
Inversión recuperable. . . .	\$ 219,604,677.00

Valor de ventas: 192.5 millones de pesos considerando un precio de 2750 \$/ton. y una producción de --- 70,000 ton/año.

$$\text{Rotación de capital} = \frac{192,500,000}{219,604,677} = .876$$

VI.A.3.- Indice de rentabilidad:

Un criterio microeconómico, que contempla el concepto dinámico del dinero, es el "índice de rentabilidad", el cual parte de los ingresos netos (ganancia neta más depreciación -- menos la amortización del préstamo) resultantes de un "estado de pérdidas y ganancias", el cual a su vez considera las ventas que se estiman obtener durante la vida útil del proyecto, el monto de la depreciación, la amortización e intereses del capital financiado, mano de obra, etc.

En el anexo XXXV se desglosa en forma anual la inversión recuperable que aparece en el anexo XXXVI referente al cálculo del índice de rentabilidad. El resultado de éste aparece en la gráfica del anexo XXXVII en donde se aprecia que con una tasa de descuento de 10% el valor presente de la inversión recuperable iguala al valor presente del ingreso neto, lo que significa un ingreso neto de 10.0 centavos por cada peso invertido.

Si se aplica el criterio estático, se tendría que la rentabilidad se expresa como las ganancias netas divididas entre la inversión recu-

perable, teniendo un promedio de ganancias netas de 34.867 millones de pesos anuales; éste valor se obtuvo considerando las cifras de 1973 a 1978 (ver anexo XXXVIII) por ser las más representativas, por lo que:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{34.866.810}{219.804.877} = 0.1587 \text{ ó } 15.87\%$$

Esta rentabilidad se refiere a la inversión recuperable; pero si se considera la rentabilidad con respecto a la inversión total; es decir, -- considerando los intereses durante la amortización de los diversos préstamos, se tiene que:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{34.866.810}{262.738.785} = 0.133 \text{ ó } 13.3\%$$

Con este valor la recuperación de la inversión sería de 7 años y medio sin considerar el valor del dinero en el tiempo; pero al calcular el -- índice de rentabilidad, que es una medida más -- realista, resulta de 10% o sea recuperación de capital en 10 años.

VI.A.4.- Contribución neta al ingreso nacional:

El Ingreso Nacional puede definirse como la suma de los ingresos que perciben durante un año todos los individuos y organizaciones que contribuyen a la producción nacional de bienes y servicios; o sea que la aportación de un proyecto al Ingreso Nacional evalúa la productividad social del capital invertido en las obras correspondientes.

En términos cuantitativos, esta aportación se mide por medio del "valor agregado".

VI.A.5.- Valor agregado:

Este concepto evalúa la productividad del capital invertido en las obras correspondientes y cuantifica el valor de la mano de obra, capital y servicios que se adicionan a la materia prima para obtener un producto.

Este valor agregado será neto, ya que incluye la depreciación de las instalaciones según la fórmula siguiente:

$$V.A. = \frac{V.P. - (m.p. + d)}{I \times n}$$

En donde:

V.A. = Valor agregado por unidad de capital invertido durante la vida útil del proyecto.

V.P. = Valor bruto de la producción anual.

m.p. = Valor de la materia prima.

d = Depreciación.

I = Inversión recuperable.

n = Vida útil del proyecto.

Esta relación indica la contribución neta del proyecto al ingreso nacional, por unidad del capital invertido.

En el anexo XXXIX se indica el desglose del valor --- agregado, habiéndose encontrado que este es de ----- \$ 815 499 601.00 durante la vida útil del proyecto.

Los cálculos fueron:

a).- Para ventas de 35 000 ton. (correspondiente a medio año de 1973):

Datos:

V.P. = \$ 96 250 000

m.p. = \$ 45 635 019

d = \$ 9 840 000

n = 0.5 años

V.P.- (m.p.+d) = 96 250 000 - (45 635 019+9 840 000)

= 40,774,981.00 Valor agregado en medio año de operación de la planta.

b).- Para ventas de 70,000 ton/año

Datos:

$$V.P. = \$ 192,500,000$$

$$m.p. = \$ 91,270,039$$

$$d = \$ 19,680,000$$

$$n = 9.5 \text{ años}$$

$$V.P. - (m.p. + d) = 192,500,000 - (91,270,039 + 19,680,000) \\ = 81,549,961.00 \text{ Valor agregado anual}$$

Para 9.5 años

$$= 81,549,961 \times 9.5 = 774,724,620.00$$

Valor agregado total:

a).- En 0.5 años (35,000 ton.) \$ 40,774,981.00

b).- En 9.5 años (70,000 ton/año) 774,724,620.00

Valor agregado total. . . \$ 815,499,601.00

Cálculo de V.A.:

Fórmula

Datos

$$V.A = \sum_0^{10} \frac{V.P. - (m.p. + d)}{I \times n}$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$I = \$ 219,604,677.00$$

$$\sum_0^{10} V.P. - (m.p. + d) =$$

$$\$ 815,499,601.00$$

$$V.A. = \frac{815,499.601}{219,604,677 \times 10}$$

$$V.A. = 0.371$$

El significado del valor numérico 0.371 es que por cada peso invertido, se aportan 0.371 centavos al ingreso nacional.

VI.1.6.- Impacto en la balanza de pagos:

Este concepto se relaciona con la disminución efectiva en la fuga de divisas por sustitución de importaciones, valuada a precio de mercado internacional y el monto de las divisas generadas en el país por concepto de exportaciones. (Ahorro aparente)

Este concepto se evalúa con la siguiente expresión:

$$A = \frac{G - F}{I \times n}$$

En donde:

A = Ahorro real de divisas por unidad de -- capital invertido durante la vida útil del proyecto.

G = Divisas ahorradas por la disminución de importaciones de monómero de cloruro de vinilo.

F = Costo incurrido en fuga de divisas provocada por compra en el extranjero de -- materias primas, materiales, equipo de construcción, servicios de ingeniería -- y tecnología, intereses y amortización -- sobre préstamos, pago de regalías, etc.

I = Inversión recuperable del proyecto.

n = Vida útil en años.

De la misma manera que los tres índices anteriores, el cálculo debe efectuarse para toda la vida útil-- de las instalaciones, obteniéndose posteriormente - un valor promedio.

En el anexo XL se indican los cálculos para determi-- nar el Balance de Divisas del cual se puede hacer-- el resumen siguiente:

<u>Balance de divisas</u>	<u>Millones de pesos</u>
Ahorro aparente total	879.643
Costo incurrido total	<u>300.302</u>
Saldo	579.341

De acuerdo con lo antes expuesto, este saldo se di-- vide entre la inversión recuperable (ver anexo XI-A) o sea 219,604,677 pesos y entre 10 años, para obte-- ner un valor promedio anual.

La diferencia positiva entre "G y F" se interpreta-- en el sentido de que la operación de esta planta -- contribuye a mejorar la balanza de pagos del país.

El resultado de este factor indica que por cada peso invertido se ahorrarán \$ 0.263 en divisas.

ANEXO XXXV

INVERSION RECUPERABLE PLANTA DE MONCERO DE CLORURO
DE VINILO

<u>AÑO</u>	<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>
	<u>CAPITAL:</u>	PESOS
1968	FINANCIADO + R. PROPIOS + INTERES	4,794,075
1969	FINANCIADO + R. PROPIOS + INTERES	38,656,424
1970	FINANCIADO + R. PROPIOS + INTERES	28,847,346
1971	FINANCIADO + R. PROPIOS + INTERES	46,387,251
1972	FINANCIADO + R. PROPIOS + INTERES	54,797,251
1973*	FINANCIADO + R. PROPIOS + INTERES + REGALIAS.	<u>46,122,330</u>
	T O T A L	\$ 219,604,677

* MEDIO AÑO

APUNTO XXXVI. INDICE DE PROFITABILIDAD (PLANTA MONOMERO DE CLORURO DE VINILO)

	AÑO	INVERSION RECUPERABLE	$\frac{1}{(1+i)^n}$ i=5%	VALOR FUTURO	$\frac{1}{(1+i)^n}$ i=10%	VALOR ACTUAL	$\frac{1}{(1+i)^n}$ i=15%	VALOR ACTUAL
- 5	1968	4.194,075	1.28	6.135,416	1.64	7.862,283	2.08	9.971,676
- 4	1969	38.656,424	1.22	47.150.837	1.49	57.598,071	1.81	69.968,127
- 3	1970	28.847,346	1.16	33.462,921	1.35	38.943,917	1.57	43.250,333
- 2	1971	46.307,251	1.11	51.400,848	1.22	56.592,446	1.35	62.622.788
- 1	1972	54.797,251	1.05	57.937,111	1.11	60.824,948	1.16	63.564,811
- 1/2	ARRANQUES	46.422,330	1.03	47.404,428	1.03	48.100,631	1.08	49.474,935
0		-----		-----		-----		-----
T A L	(A)	<u>279.604,677</u>		<u>242.974,563</u>		<u>269.922,296</u>		<u>300.892,670</u>

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS NETOS

	AÑO		$\frac{1}{(1+i)^n}$		$\frac{1}{(1+i)^n}$		$\frac{1}{(1+i)^n}$	
1	1973	6.803,665	0.98	6.667,592	0.95	6.463,482	0.93	6.327,408
2	1974	27.540,145	0.93	25.612,307	0.86	23.684,499	0.80	22.032,092
3	1975	27.122,113	0.88	23.911,580	0.78	21.494,718	0.69	18.749,173
4	1976	34.780,588	0.84	26.076,099	0.70	23.346,674	0.59	22.220,768
5	1977	54.376,363	0.80	43.501,090	0.64	31.800,872	0.51	27.731,945
6	1978	54.376,363	0.76	41.325,036	0.58	31.538,290	0.44	23.925,600
7	1979	53.931,863	0.72	38.030,941	0.52	28.044,569	0.38	20.494,108
8	1980	53.931,863	0.69	37.242,585	0.47	25.347,976	0.32	17.250,190
9	1981	53.442,563	0.65	34.737,666	0.43	22.980,302	0.28	14.963,918
10	1982	53.442,563	0.62	33.134,389	0.39	20.842,600	0.24	12.826,285
T A L	(B)	<u>439.792,036</u>		<u>330.951,004</u>		<u>253.243,982</u>		<u>196.629,423</u>
A/B		0.90		0.734		1.065		1.530

FORMULA APLICADA: $S = P (1 + i)^n$

S = MONTO DE CAPITAL PRESTADO + INTERESES (EN VALOR FUTURO)

P = MONTO DE CAPITAL

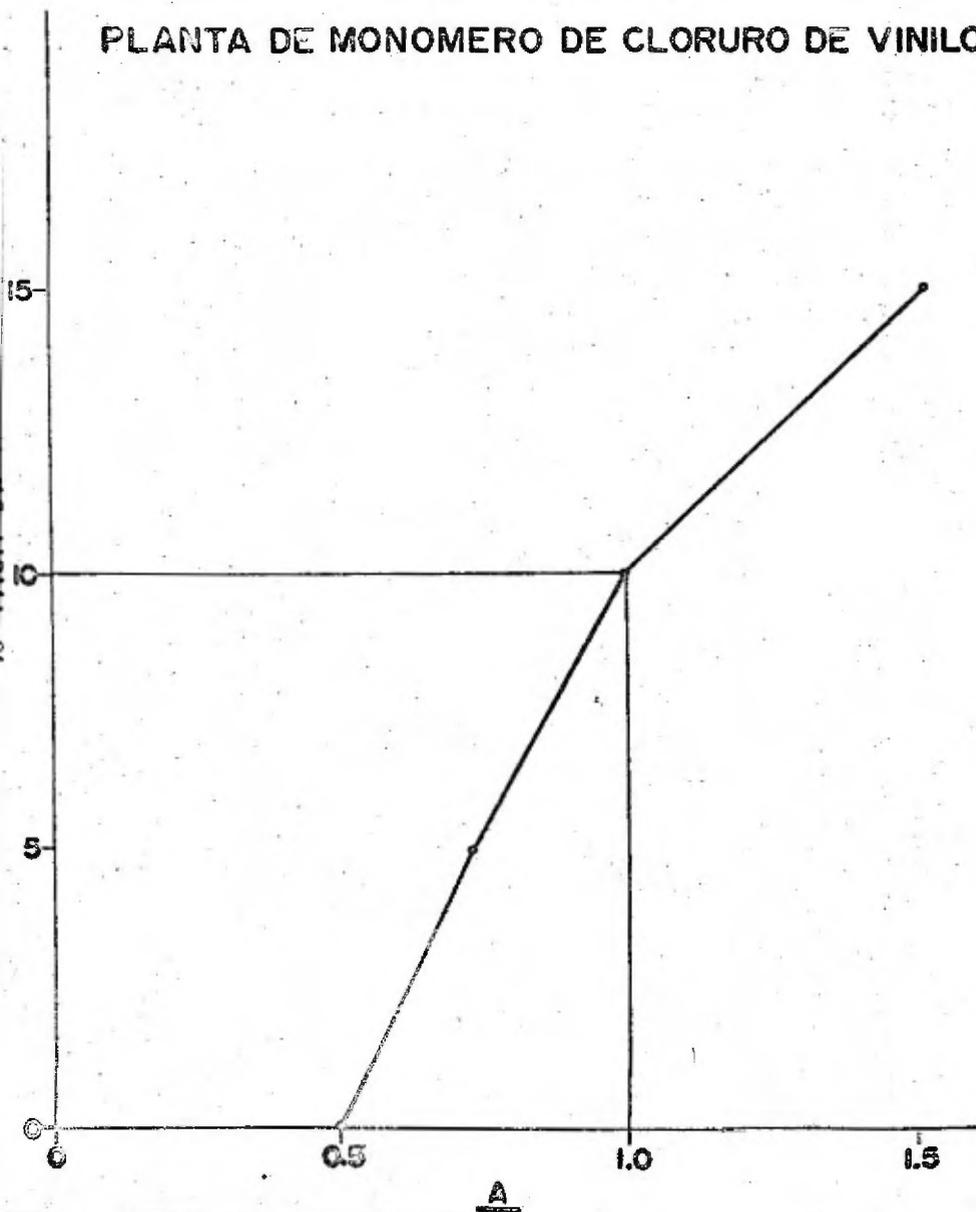
i = INTERES ANUAL

n = AÑO

ANEXO XXXVII

INDICE DE RENTABILIDAD

PLANTA DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO



ANEXO XXXVIII. ESTADO PROFORMA DE PERDIDAS Y GANANCIAS. MONOMERO DE CLORURO DE VINILO

Q	CAPACIDAD	VENTAS (MM\$) *	COSTO PRODUCCION (MM\$)	INGRESOS DE PREST. DE PREST.	COSTO TOTAL	GANANCIA NETA	AMORTIZACION DEL INGRESO DEL INGRESO	INGRESO NETO**	INGRESOS NETOS a)
73	35 000	96.230	75.513,550	6.252,251	81.765,801	14.484,199	27.360,534	19.680,000	6.603,665
74	70 000	192.500	151.027,400	6.252,251	157.279,651	35.220,649	27.360,534	19.680,000	27.540,115
75	70 000	192.500	151.394,600	2.191,903	157.646,761	34.853,249	27.360,534	19.680,000	27.172,715
76	70 000	192.500	151.394,600	2.191,903	153.586,503	38.913,497	3.812,534	19.680,000	54.780,963
77	70 000	192.500	151.799,200	2.191,903	153.991,103	38.508,897	3.812,534	19.680,000	54.376,363
78	70 000	192.500	151.799,200	2.191,903	153.991,103	38.508,897	3.812,534	19.680,000	54.376,363
79	70 000	192.500	152.243,700	2.191,903	154.435,603	38.064,397	3.812,534	19.680,000	53.931,863
80	70 000	192.500	152.243,700	2.191,903	154.435,603	38.064,397	3.812,534	19.680,000	53.931,863
81	70 000	192.500	152.733,000	2.191,903	154.924,903	37.575,097	3.812,534	19.680,000	53.442,563
82	70 000	192.500	152.733,000	2.191,903	154.924,903	37.575,097	3.812,534	19.680,000	53.442,563
83	70 000	192.500	153.272,700	2.191,903	155.464,603	37.035,397	3.812,534	- - - -	33.222,863
84	70 000	192.500	133.592,900	2.191,903	135.784,803	56.715,197	3.812,534	- - - -	52.902,663
85	70 000	192.500	134.185,510	2.191,903	136.377,413	56.122,587	3.812,534	- - - -	54.501,956

* PRECIO VENTA + 3 2750 TON L.A.B. PLANTA

** INCLUYE INVERSION FIJA + REGALIAS DURANTE 10 AÑOS

*** INCLUYE IMPUESTO SOBRE VENTAS (7.8%)

a) INGRESO NETO + GANANCIA NETA + DEPRECIACION -- AMORTIZACION

ANEXO XXXIX

**CALCULO DEL VALOR AGREGADO PARA LA PLANTA DE
MONOMERO DE CLORURO DE VINILO**

AÑO DE 1973

CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION	35,000
<u>COSTO DE LAS MATERIAS PRIMAS</u>	
ETILENO	15,604,400
CLORO	22,413,300
ACIDO CLORHIDRICO	5,522,300
SOSA CAUSTICA	835,100
CATALIZADORES Y REACTIVOS	1,260,000
<u>DEPRECIACION DE LA INVERSION</u>	
<u>FIJA (Incluye regalías)</u>	19,680,000
<u>VENTAS</u>	96,250,000
<u>VALOR AGREGADO</u>	40,774,981

AÑO 1974-1982

CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION	
<u>COSTO DE LAS MATERIAS PRIMAS</u>	
ETILENO	31,208,675
CLORO	44,826,740
ACIDO CLORHIDRICO	11,044,780
SOSA CAUSTICA	1,670,200
CATALIZADORES Y REACTIVOS	2,519,645
<u>DEPRECIACION DE LA INVERSION</u>	
<u>FIJA (Incluye regalías)</u>	19,680,000
<u>VENTAS</u>	192,500,000
VALOR AGRAGADO ANUAL	81,549,960

274,724,620 + 40,774,981 = 0.374

CAICULO DEL AHORRO REAL DE DIVISAS

El "Ahorro Real de Divisas" es por definición la diferencia entre el "Ahorro Aparente" y los "Costos de Divisas".

El "Ahorro Aparente de Divisas" representa la sustitución de importaciones de monómero de cloruro de vinilo.

El "Costo incurrido en Divisas" es la fuga probable que se lleva a cabo por adquisición de materiales en el extranjero para construcción de plantas, pago de regalías por utilización del proceso, erogaciones por intereses y amortización de préstamos adquiridos en el extranjero o importación de productos químicos y catalizadores para el funcionamiento de las plantas.

Ahorro real de divisas = Ahorro aparente de divisas — (Costo incurrido de divisas + fuga de divisas).

COSTO INCURRIDO DE DIVISAS *

Inversiones realizadas en el extranjero durante la construcción de las plantas:

Ingeniería	17,500,000.00
Materiales de Importación	34,600,000.00
Regalías	11,800,000.00
Intereses (1968-1970)	7,174,050.00
Sub-Total. . .	<u>71,074,050.00</u> pesos

*Fuente: Petróleos Mexicanos. Gerencia de Proyecto y Construcción.

FUGA DE DIVISAS

Amortización del préstamo	174,928,000.00
Intereses (1971-1985)	54,300,006.00
Sub-total. . .	<u>229,228,006.00</u> pesos

T o t a l. . 71.074 + 229.228=300.302 mi

llones de pesos.

ANEXO XI-A

AHORRO APARENTE DE DIVISAS

Este ahorro & fué realizado tomando en cuenta las demandas de monómero de cloruro de vinilo a precio de mercado internacional (1,322,722 \$/t).

AÑO	DEMANDA NACIONAL TONEELADAS	SUSTITUCION DE IMPORTACIONES	EXPORTACION
1973	61,700	35 000	
1974	70,400	60 500	9 500
1975	80,300	70 000	
1976	91,800	70 000	
1977	105,000	70 000	
1978	119,000	70 000	
1979	134,000	70 000	
1980	150,000	70 000	
1981	167,000	70 000	
1982	185,000	70 000	
		<u>655 500</u>	

Ahorro por sustitución de importaciones 867,077,050
 (655 500 x 1322.77)

Ahorro por exportaciones 12,566,340
 (9500 x 1322.77) G = 879,643,390

Balance de Divisas

Ahorro aparente total (G)..... 879,643,390
 Costo incurrido total (F)..... 300,302,056

Saldo: G - F 579,341,334

(&).- Se considera que la planta No. I trabajaría a plena capacidad.

Ahorro Real de Divisas "A" Inversión Recuperable
 A = $\frac{579,341,334}{219,604,677} = 0.263$ I = 219,604,677
 n = 10 años

C A P I T U L O VII

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1.- Importancia de la Industria Química.- Esta industria proporciona la materia prima a casi toda la Industria Química en general por lo que, en la medida que crezca y se integre a la industria nacional, contribuirá decididamente a la generación de empleos, mejora del ingreso en los sectores populares, evitará o disminuirá importaciones de productos. Es decir, que debido a su magnitud dentro de la Industria Nacional es capaz de elevar el nivel de ingresos de la población, la tasa de crecimiento y la productividad de los diversos factores de la economía de un país en vía de desarrollo como es el caso de México.

VII.2.- Importancia de la Industria del Plástico: Debido a la diversidad de uso y fácil manejo, los plásticos revisten una suma importancia en variados productos de consumo popular dentro de la economía nacional: --

industria de la construcción, industria textil comunicaciones, zapatos, juguetes, envases, -- etc., en donde el crecimiento de su consumo nacional ha llegado hasta el 20% anual.

Los principales plásticos son: cloruro de polivinilo, polietileno, poliestireno y polipropileno.

En el caso del monómero de cloruro de vinilo y su polímero, se encuentran en ventaja sobre -- otros plásticos (excepto al polietileno) debido a:

CONCEPTO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIPROPILENO	POLIPROPILENO	POLISTIRENO
Precio (a)	7	2.8	2.5	3.0
Límite de explosión de monómero (% en volumen en aire).	4-22	3.0 - 3.5 16 - 29		1.1 a 6.1
Concentración máxima permisible de monómero (ppm en volumen en aire).	500			400
Propiedades físicas o químicas.	No inflamable	Bajo punto de ablandamiento.	sp.gr. bajo	Resistente al impacto.
	Alta resistencia al ataque de solventes químicos.	Facilmente atacado por solventes.		
		Flexible a baja temperatura.		
		Baja actividad química.		
		Baja conductividad eléctrica.		
Usos principales.	Construcción, - discos, tubería	Automóviles, fero de cables y alambres, películas, empaques.	Fibras, películas, Ind. Textil pumas.	Películas, es
* Precio Base.				

(a) FUENTE: Tabla PETRO-PLASTIC 1969. Editada por QUIMICO

VII.3.- Mercado:

Para 1973 la demanda total de cloruro de vinilo será del orden de 61,700 toneladas y en 1974 de 70,400 toneladas, por lo que se plantea la necesidad de que desde la iniciación de operaciones, la planta de Derivados Clorados II opere a plena capacidad y pueda satisfacer la demanda nacional.

Aún así, se calcula que para 1976 habría necesidad de importar 2,300 toneladas de monómero y para 1980, 60,500 toneladas; las que a precio actual de mercado internacional significarían, para el último año, una fuga de divisas de 80 millones de pesos. Por las conclusiones anteriores se recomienda prever una ampliación de las plantas actuales a 150,000 toneladas anuales o bien erigir otra planta con ya capacidad tentativa fuera de 100,000 toneladas anuales, en el año de 1979. En tales condiciones se podría cubrir el mercado nacional y además, generar divisas por concepto de exportación que ayudarían a una rápida recuperación de capital. (anexo XXXIII).

Petróleos Mexicanos está a punto de iniciar en el año de 1974 el proyecto, construcción, de un nuevo complejo petroquímico localizado a 3 kilómetros de Pajaritos, Ver., en el paraje conocido como "La Can grejera" que constará de las plantas siguientes:

PLANTA	CAPACIDAD
Fraccionadora de Aromáticos	10,000 barril/día
Etileno	500,000 ton/año
Policetileno-alta densidad	120,000 ton/año
Estireno	100,000 ton/año
Oxido de etileno	100,000 ton/año
Etilbenceno	125,000 ton/año
Acetaldehído	100,000 ton/año
Monómero de cloruro de vinilo	150,000 ton/año

El complejo petroquímico requerirá una inversión aproximada de 3,000 millones de pesos.

La materia prima para alimentar este nuevo complejo provendrá del etano contenido en el gas natural de los pozos petroleros "Cactus" y "Sitio Grande", localizados en el estado de Chiapas.

VII.4.- Selección de proceso:

Después de comparar materias primas (acetileno vs. etileno, etileno-no subproducto vs. etileno- sí subproducto, aire vs. oxígeno), equipo y su mantenimiento, costo de producción, se escogió el Proceso de Oxidación-

en base a:

- Simplicidad de proceso y ausencia de sub-producto.
- Problemas mínimos de mantenimiento.
- Facilidades de financiamiento.
- Mayor experiencia en otras plantas con el mismo proceso.

VII.5.- Análisis económico:

Al evaluar económicamente la planta de cloruro de vinilo, se obtienen costos de producción que ascienden a 152.114 millones de pesos (trabajando a plena capacidad), de los cuales ---- 119.527 millones de pesos corresponden a costos variables y 32.617 millones de pesos a costos fijos.

En estas condiciones, el punto de equilibrio de la planta corresponde al 44.2% de su capacidad nominal, es decir, cuando la planta alcanza una producción de 31,000 toneladas anuales.

VII.6.- Factores económicos:

Aplicando los criterios microeconómicos (velocidad de rotación de capital e índice de rentabilidad) así como los criterios macroeconómicos (contribución al ingreso nacional y ahorro real de divisas), se llega a los siguientes resultados:

PLANTA DE 70,000 TON/AÑO DE CLORURO DE VINILO

CONCEPTO	MILLONES DE P
Inversión total(1968-1975)	262.139
Ganancias netas(1973-1982)	351.768
Valor agregado (1973-1982)	815.499
Ahorro real de divisas(1973-1982)	579.341

Con base en estos resultados se determina el factor de prioridad por unidad de capital invertido, relacionando las ventas, ganancias, valor agregado y valor real de divisas, con la inversión.

FACTOR DE PRIORIDAD:

Velocidad de rotación de capital	0.876
Indice de rentabilidad	0.100
Valor agregado	0.371
Ahorro real de divisas	0.263
Indice de prioridad.	1.510

- La velocidad de rotación de capital indica que por cada peso ingresado por concepto de ventas, se recuperan 87 centavos del capital invertido.
- El indice de rentabilidad señala que el capital se recuperará en 10 años y que el proyecto arrojará un ingreso neto de 10 centavos por cada peso invertido, el cual se considera una tasa baja dentro del cuadro de rentabilidades de las plantas petroquímicas de Petróleos Mexicanos.

- El valor agregado significa que por cada peso invertido se aportarían 37 centavos al ingreso nacional.
- El ahorro de divisas determinado precisa que por cada peso invertido el País se ahorrará 26 centavos en divisas.
- Índice de prioridad: el valor 1.610 deberá compararse con el arrojado por otras plantas petroquímicas en proyecto de tal manera que la construcción de la planta de monómero de cloruro de vinilo tendrá preferencia si aquel valor de prioridad es mayor que estos, o deberá demorarse si es lo contrario, dando prioridad a otros proyectos.

B I B L I O G R A F I A

- 1).- AYRES, F. "Mathematics of Finance" Schaum's Outline Series, Schaum Publishing Co. New York, 1963.
- 2).- FAITH, W. KEYES, D. "Industrial Chemicals". John Wiley and Sons, Inc., 1957.
- 3).- HAHN, A "Petrochemical Industry: Markets and Economics". Mc Graw Hill Book Company, New York.
- 4).- PETERS, E. "Plant Design and Economics for Chemical Engineering". Mc Graw Hill Book Co., 1958.
- 5).- RAUTENSTRAUCH, W.Y. VILLERS, R. "Economía de las Empresas Industriales". Fondo de Cultura Económica México 1959.
- 6).- SARVETNICK, H. "Polyvinyl Chloride" Reinhold Plastics Applications Series, Londres, 1969.
- 7).- SCHWEYER, H. "Process Engineering Economics". McGraw Hill Co. 1955.
- 8).- SOZA VALDERRAMA, H. "Planificación del Desarrollo Industrial". Siglo XXI Editores, S.A. México 1966.
- 9).- SPIEGEL, M. "Statistics". Schaum's Outline Series Mc. Graw Hill Book Company, New York, 1961.

ARTICULOS Y REVISTAS:

- a).- ALBRIGHT, L. "Polymerization of Vinyl Chloride"
Chemical Engineering, May 8, 1967.
- b).- ALBRIGHT, L. "Manufacture of Vinyl Chloride".
Chemical Engineering, April 10, 1967.
- c).- ALBRIGHT, L. "Vinyl Chloride Processes". Chemi-
cal Engineering, Ce Refresher, March 27, 1967.
- d).- BUCKLEY, J. "Vinyl Chloride Via Direct Chlori-
nation and Oxichlorination". Chemical Enginee-
ring Process Flwsheet, November 21, 1966.
- e).- GOBIERNO MEXICANO "Diario Oficial del Gobierno-
de México". 2,3. Agosto 25, 1959. Abril 9, 1960
Febrero 9, 1971.
- f).- GARCIA LUNA, J. Ponencia "Exitos y Problemas-
de la Petroquímica Básica". Reunión Nacional-
de la Ind. Petroquímica Minatitlán, Ver., Feb.
1970.
- g).- JACKSON Y BLACE "Predicción Petroquímica". Hy-
drocarbón Processing, Ene. 1970.
- h).- LOPEZ MELLADO, G., CALDERON, R. "Costos de Equi-
po de Proceso para la Ind. Petroquímica". Con-
vención Nal. del Instituto Mexicano de Ingenie-
ros Químicos. Guanajuato, Oct. 1969.
- i).- MILLER, C. "New Cost Factors Give Quick, Accura-
te Estimates". Chemical Engineering, Ce Cost--
File-105 September 13, 1965.

- j).- OLIVER, G. "What's The Future for P.V.C." Hydrocarbón Processing XLV-9 September 1966.
- k).- PETROLEOS MEXICANOS. "Memoria de Labores". México 1970, 1971, 1972.
- l).- SCHWARZ, J. "Planeación Industrial" Ponencia en la reunión conjunta IMIQ-AICHE México, Abr.1967
- m).- SEARCH. "Plastics". Febrero 1970, 1971, 1972.
- n).- STOBAUGH, R. KEANE D. "Vinyl Chloride: How,-- Where, Who-Future". Hydrocarbón Processing Petrochemical Guide-20, February 1973.
- o).- "European Chemical News" Enero, Febrero, Marzo-- 1973.
- p).- CHEMICAL MARKETING. "Oil Paint and Drug Report" 1970-1973.
- q).- "Modern Plastics Encyclopedis" Mc Graw Hill.- New York. 1972