

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

PROYECTO PARA LA OBTENCION DE BROMO  
LIQUIDO A PARTIR DE SALMUERA

227

T E S I S

Que para obtener el título de

*INGENIERO QUIMICO*

p r e s e n t a

*JORGE HERNANDEZ GRANADOS*

México, D. F.

1976



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

LAS Jesil  
AGE \_\_\_\_\_  
FECHA 1926  
PROC MT  
229



JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: RUDI P. STIVALET CORRAL  
V O C A L: GUILLERMO CARSOLO PACHECO  
SECRETARIO: ROBERTO ANDRADE CRUZ  
1er. SUPLENTE: JOSE F. GUERRA RECASENS  
2do. SUPLENTE: MARIO RAMIREZ Y OTERO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA  
REPRESENTACION Y CONSULTORIA INDUSTRIAL, S. A.

SUSTENTANTE

JORGE HERNANDEZ GRANADOS

A S E S O R

ROBERTO ANDRADE CRUZ



## ORIGEN Y AGRADECIMIENTO

En la actualidad el Bromo Líquido, así como sus derivados son productos de importación; siendo el más importante desde el punto de vista de la demanda el Bromuro de etileno.

Dentro de los principales usos del bromo se encuentra la elaboración del bromuro de etileno, factible de llevarse a cabo en un anexo a la misma planta productora de bromo líquido. Este derivado bromado es utilizado en su mayor parte como ingrediente de la gasolina, con el fin de ayudar a expulsar el plomo (derivado del líquido antidetonante tetraetiluro de plomo) de los cilindros del motor.

Un estudio previo del mercado para el bromo y sus derivados indica que los mayores volúmenes de importación son para el bromuro de etileno; por lo que el mercado potencial de una planta productora de bromo vendrá representado por el consumo de este compuesto. La literatura reporta que el 90% de la producción de bromo líquido es convertida a bromuro de etileno, y el 10% restante se distribuye en los principales compuestos inorgánicos (bromuros alcalinos, bromatos alcalinos y el ácido bromhídrico) además bromuros inorgánicos de poca importancia, en algunos compuestos orgánicos importantes (bromuro de metilo y los colorantes de bromoíndigo) y en diversos compuestos orgánicos de menor importancia (medicamentos, colorantes, indicadores e intermedios de colorantes).

La inquietud surgida de las premisas anteriores me llevo en forma definitiva a continuar con el desarrollo del trabajo y presentarlo como tema de tesis, teniendo como objetivo llegar a determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto, partiendo además que México cuenta con la materia prima, materiales auxiliares, los servicios necesarios y en la actualidad con la tecnología para llevar a cabo la realización de un proyecto de esta índole.

Quiero hacer pública mi gratitud a todas aquellas personas que me facilitaron en una u otra forma información necesaria para el desarrollo del tema señalado, así como a las que en forma directa e indirecta influyeron en la presentación del mismo.

Mi agradecimiento para el Ingeniero Roberto Andrade Cruz, Asesor del tema, así como para el Jurado.

*Colocación*

Para mis madres y familiares por su esfuerzo, mis hermanos por su apoyo, mi esposa por su amor y comprensión en estos años de esfuerzo mutuo.

A la UNAM por haberme acogido como a uno de sus hijos, a la Facultad de Química y a mis profesores de todos los años de estudio que me legaron sus conocimientos para mi formación profesional.

I N D I C E

CAPITULO I

- 1.0 INTRODUCCION
- 2.0 GENERALIDADES
  - X 2.01 ESTADO NATURAL
  - X 2.02 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS
  - 2.03 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO
  - 2.04 FACTORES SANITARIOS DE HIGIENE, SEGURIDAD Y MANEJO DEL BROMO
  - X 2.05 USOS
- 3.0 METODOS ANALITICOS DETERMINACION DEL BROMO EN LA SALMUERA CONTROL QUIMICO
- 4.0 COMPUESTOS ORGANICOS VARIOS DE BROMO.

CAPITULO II

ESTUDIO DEL MERCADO

- 1.0 DEMANDA DEL PRODUCTO
- 2.0 PRECIOS EN EL MERCADO NACIONAL
- 3.0 FLUCTUACIONES DE LOS PRECIOS
- 4.0 ESTADISTICAS DEL COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS CON LA A.L.A.L.C.
- 5.0 ASPECTOS ECONOMICOS DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE BROMO
- 6.0 CAPACIDAD DE LA PLANTA

CAPITULO III

CONSIDERACIONES SOBRE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA

CAPITULO IV

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE OBTENCION DEL BROMO

- X 1.0 GENERALIDADES
- X 2.0 DESCRIPCION DEL PROCESO A PARTIR DE SALMUERA
- X 3.0 DESCRIPCION DEL PROCESO A PARTIR DEL AGUA DE MAR
- X 4.0 SELECCION DEL PROCESO

CAPITULO V

- 1.0 ANALISIS DE LA SALMUERA
- X 2.0 BALANCE DE MATERIALES
- 3.0 TERMODINAMICA DE LA REACCION
- X 4.0 LISTA DE EQUIPO DE PROCESO
  - 4.01 BOMBA BX -1
  - X 4.02 CAMBIADOR DE CALOR CX -1
  - 4.03 CONDENSADOR CX -2
  - 4.04 TORRE DE CLORACION TX -1
  - 4.05 TORRE DE EXPULSION TX -2
  - 4.06 TANQUE NEUTRALIZADOR TX -3
  - 4.07 SEPARADOR POR GRAVEDAD TX -4
  - 4.08 COLUMNA DE DESTILACION TX -5

- ✓ 4.09 CONDENSADOR DE REFULJO CX-3
  - ✗ 4.10 COLUMNA DE FRACCIONAMIENTO TX-6
  - ✗ 4.11 REBOILER DE LA COLUMNA DE FRACCIONAMIENTO CX-4
  - ✓ 4.13 CONDENSADOR DE REFLUJO CX-4
  - ✓ 4.14 BOMBA BX-2
- 5.0 MATERIALES DE CONSTRUCCION

## CAPITULO VI

### ESTUDIO ECONOMICO

- ✓ 1.0 INVERSION REQUERIDA
- ✗ 2.0 COSTOS DE OPERACION
- ✓ 3.0 VENTAS Y DISTRIBUCION
- ✓ 4.0 ESTADOS FINANCIEROS ESPERADOS
- ✓ 5.0 FINANCIAMIENTOS REQUERIDOS
- ✓ 6.0 PUNTOS DE EQUILIBRIO
- 7.0 EVALUACION DEL PROYECTO POR EL METODO DEL CRITERIO DE BENEFICIO ACTUALIZADO

## CAPITULO VII

- ✗ ANALISIS DE LOS RESULTADOS

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES

CAPITULO IX  
BIBLIOGRAFIA

CAPITULO X

ANEXOS

- 1.0 BROMURO DE ETILENO
  - 1.01. - PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS
  - 1.02. - USOS
  - 1.03. - METODO DE OBTENCION
  - 1.04. - ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO
  - 1.05. - FACTORES DE SEGURIDAD Y MANEJO DEL BROMURO DE ETILENO.
- 2.0 DIAGRAMA DE BLOQUES
- 3.0 DIAGRAMA DE FLUJO OBTENCION DE BROMO A PARTIR DE SALMUERA
- 4.0 DIAGRAMA DE FLUJO OBTENCION DE BROMO DEL AGUA DE MAR

## CAPITULO I

### 1.0 INTRODUCCION

El objeto del presente trabajo es con el fin de proporcionar los datos suficientes para poder llevar a cabo la producción de uno de los muchos productos que México importa como es el Bromo Líquido o bien los derivados del mismo.

\* México cuenta con la materia prima principal, los materiales y servicios auxiliares, en la actualidad con la mano de obra especializada, la tecnología y con la necesidad de la creación de nuevas industrias que proporcionen fuentes de trabajo y mejoren las condiciones del medio, con los servicios que puede proporcionar la planta como son: Vías de comunicación, luz, agua, escuelas, etc.

En base a la localización de la planta como se verá en el Capítulo III todo ésto es factible de llevarse a cabo.

La producción del Bromo Líquido nos lleva a pensar en el incremento de nuevas industrias o bien ampliación de la misma pues sirve como materia prima para la obtención de nuevos productos como son los derivados bromados cuyos usos se especifican en el Capítulo I inciso 2.05.

Otro de los puntos que se visualizan dentro del presente trabajo es llevar a cabo la exportación ya que el precio del bromo que se obtiene puede competir en el mercado internacional.

Uno de los principales derivados del bromo es el Bromuro de Etileno\* el cual sirve de materia prima para la fabricación del compuesto llamado tetraetiluro de plomo cuya composición se menciona en el Capítulo II inciso 6.0 que es adicionado a las gasolinas como antidetonante. Es factible que este producto llegue en el futuro a eliminarse por completo lo cual representaría ser incosteable la producción de Bromo Líquido en la actualidad hasta que no sean descubiertos nuevos usos a fin de incrementar nuestro mercado. Pero sirvan los datos aquí reportados tomados de estadísticas y proyectados para los 5 años futuros los cuales nos darán el índice de recuperación de capital con una utilidad aceptable y la conclusión de viabilidad de llevarse o no a cabo la construcción de la planta.

Caso negativo la presente tesis sirva de referencia del por que no es factible la producción de Bromo hasta los años en los que fue proyectado.

\* Información sobre este derivado bromado en el Anexo No. 1

## 2.0 GENERALIDADES

Dentro de este epigrafe se exponen las fuentes de obtención, propiedades físicas y químicas. Especificaciones del producto terminado así como los factores sanitarios de higiene, seguridad y manejo del bromo.

### 2.01 Estado Natural.

El bromo se encuentra muy repartido en la naturaleza pero se presenta en proporciones relativamente bajas. Nunca se halla libre y siempre aparece como Bromuros Inorganicos.

El agua de mar aunque contiene solamente en promedio 65 ppm. - Ello representa el 99% del total de Bromo aprovechable en el mundo; además ésta contiene 67.15 Tons. de Bromo por  $\text{KM}^3$  pero para obtener una tonelada de bromo es necesario tratar de 15,000 a 20,000 Tons. de agua dependiendo de la concentración que posean de Bromo. Aunque hay que decir que actualmente es la fuente de mayor importancia industrial en el mundo.

### 2.02 Propiedades Físicas y Químicas.

Es el único elemento no metálico líquido en condiciones normales - de presión y temperatura.

Es muy reactivo y sus propiedades son intermedias entre las del -- cloro y las del yodo.

Dentro de amplios intervalos de temperatura y presión las moléculas del líquido y del vapor son diatómicas ( $\text{Br}_2$ ).

Se conocen dos Isotopos muy estables ( $\text{Br}^{79}$ ;  $\text{Br}^{81}$ ) que se encuentran en proporciones casi iguales.

Color	Rojo Oscuro
Olor	Irritante
Estados de Valencia	1) Más estable 1-y/5 2) Otros 1/y/3

Es completamente miscible con ácido Bromhídrico del 48% y con disolventes tales como el sulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, cloroformo, eter y ácido acético glacial.

Punto de Fusión	-7.2°C
Punto de Ebullición a 760 mm Hg	58.78°C
Peso Específico a 20/4°C	3.1193
a 25/4°C	3.1023



Indice de Refracción $N_D^{25}$	1,6475
Viscosidad a 20°C	0,99 CP
Tensión Superficial a 20°C	41,5 Dinás/cm
Color Específico: Cristales A -20,7°C	0,0898 cal/gr°C
Líquido a 0,0°C	0,107 cal/gr°C
Vapor de 83-228°C	0,0553 cal/gr°C
Calor de Fusión en el punto de fusión	16,14 cal/gr
Calor de vaporización en el punto de ebullición	44,8 cal/gr
Temperatura crítica	311,0°C
Coefficiente de Expansión de 20-30°C	0,0011 por°C
Factor de compresibilidad a 25°C	0,9977
Resistividad Eléctrica a 17°C	$7,8 \times 10^{12} \frac{\text{OHMS}}{\text{cm}}$
Constante Dielectrica a 25°C y $10^8 \frac{\text{ciclos}}{\text{seg}}$	3,2

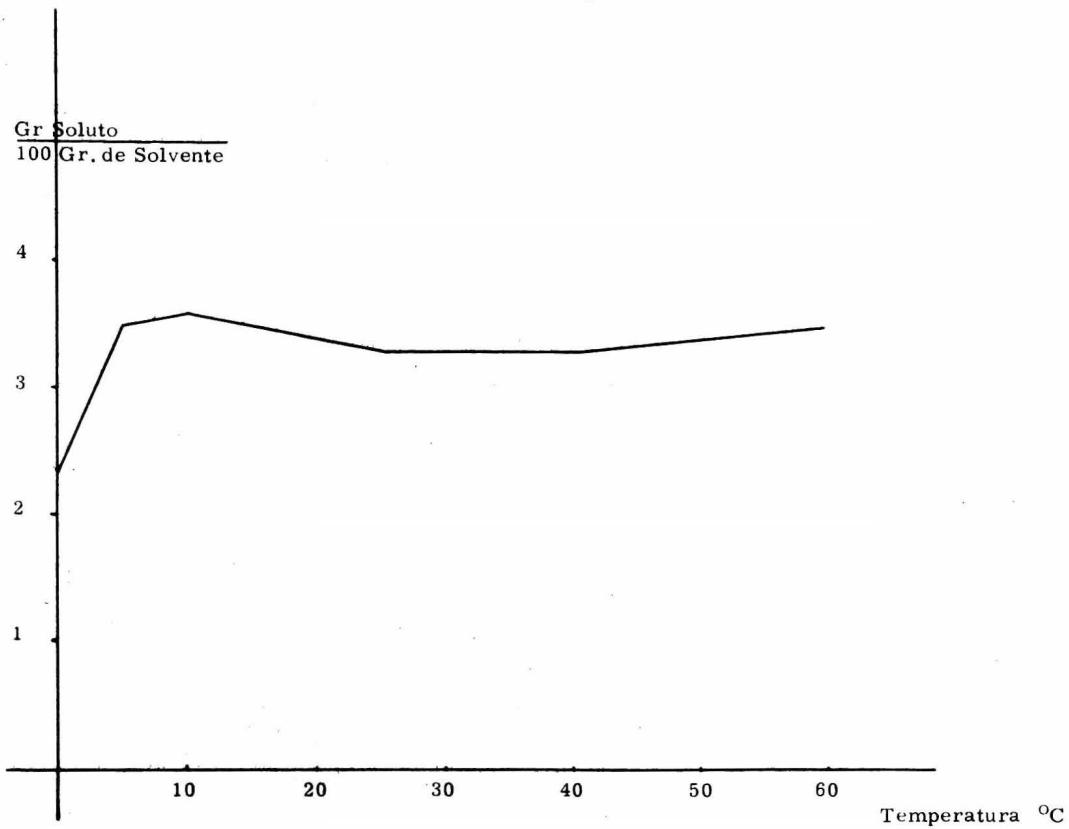
El aumento del punto de ebullición con el aumento de presión es de 0,041°C por mm Hg.

La presión parcial del bromo en solución acuosa disminuye en presencia de sales disueltas; un ejemplo de esto es: Las presiones parciales de Bromo en soluciones acuosas de 0,10% y 0,27% exentas de otros solutos a la temperatura de 20°C son respectivamente 5,4 y 14,8 mm Hg

Si la solución es una salmuera con 10,1% de cloruro de sodio 8,1% de cloruro de Potasio, 8,1% de cloruro de magnesio y 6,2% de sulfato de magnesio las presiones parciales a 20°C son 2,5 y 6,0 mm Hg. a 50°C. Las presiones parciales de esta Salmuera se convierten en 8,7 y 22,7 mm Hg. Esto es aproximadamente la mitad de las soluciones en Agua Pura.

TABLA No. 1  
SOLUBILIDAD EN AGUA

TEMPERATURA °C	Gr SOLUTO/100 Gr DE SOLVENTE
0	2,31 (0,05) Meta Estable
3	3,08 (3,85) Meta Estable
5	3,54 (3,77) Meta Estable
10	3,6
20	3,41
25	3,35
40	3,33
P.E. 58.78	3,5



Solubilidad de Bromo en Agua		
Fac. de Química	U. N. A. M.	
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.	
Bromo Líquido	Graf. No. 1	Rev 0

TABLA No. 2

SOLUBILIDAD DEL BROMO EN VARIAS SALMUERAS ACUOSAS A 25°C

<u>SOLUTO</u>	<u>Gr/LT SOLVENTE</u>	<u>BROMO Gr/LT SOLUCION</u>
KBr	11.9	49.3
KBr	59.5	119.0
KBr	119.0	216.0
KBr	360.8	632.0
NaBr	92.6	99.2
NaBr	206.0	248.0
NaBr	320.0	546.0
KcL	74.6	57.4
Nacl (1)	58.5	55.9
Nacl	118.0	86.4
KNO <sub>3</sub>	101.2	29.0
NaNO	85.1	28.0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	91.2	24.8
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	63.2	23.9
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	49.0	29.3
HBr(2)	33.7	108.8
HcL (2)	39.0	79.2

Las Soluciones numeradas corresponden a las siguientes temperaturas

(1) a 20.6°C

(2) a 20.8°C

De esta tabla No. 2 podemos concluir que la Solubilidad aumenta en pre  
cio de sus sales y del ácido BromHídrico.

TABLA No. 3

REACTIVIDAD DEL BROMO SECO CON LOS METALES  
( BROMO SECO CON 20 ppm DE AGUA )

<u>METAL</u>	<u>BROMO METAL: METAL</u>	<u>REACCION</u>
Fierro	6.45	Lenta o casi nada
Zinc	6.00	Lenta o casi nada
Bismuto	3.76	Lenta o casi nada
Calcio	2.18	Lenta o casi nada
Litio	1.93	Lenta o casi nada
Sodio	1.36	Lenta o casi nada
Potasio	0.95	Muy rápida
Aluminio	Bromuro Soluble en bromo	Rápida
Antimonio	Bromuro Soluble en bromo	Rápida

### 2.03. Especificaciones del Producto terminado.

El Bromo técnico se vende con una especificación normal de 99.5% de pureza que generalmente en la planta se logra hasta con 99%. Las impurezas probables son: cloro, indicios de humedad y de hidrocarburos inferiores halogenados como el cloroformo, bromo diclorometano y el cloro bromuro de etileno.

Las especificaciones de los fabricantes para el Bromo técnico permiten 0.3% de cloro y la densidad no debe ser menor a 3.1 en un rango de 15 a 20°C.

Las especificaciones de la farmacopea dan límite en el análisis para el Bromo reactivo que permiten:

0.3%	cloro
0.05%	yodo
0.002%	azufre
0.006%	SO <sub>4</sub>
0.015%	Materia no volátil

Y no más materia orgánica en 1 ml. que la que saturan 50 ml. de solución de hidróxido de sodio del 5%.

### 2.04 Factores Sanitarios de Higiene, Seguridad y Manejo del Bromo.

El Bromo ataca a la piel casi instantáneamente produciendo quemaduras dolorosas y que sanan lentamente, por ello se debe emplear trajes de protección para su manejo.

El vapor de Bromo es muy tóxico, la exposición excesiva a concentraciones peligrosas causa inflamación y además va seguido a menudo por neumonía.

Por otra parte las concentraciones de vapor de 500 a 1000 ppm (en volumen), son rápidamente mortales aunque la exposición sea corta.

Concentraciones de 40 a 60 ppm son peligrosas con una exposición de media hora.

La concentración máxima en una exposición de 8 Hrs. que no se puede considerar peligrosa es de 1 ppm.

Por tanto la planta debe diseñarse con buenos medios de eliminación rápida del Bromo líquido derramado y de ventilación adecuada de los vapores.

En previsión de posibles quemaduras se deberá tener a mano agua - amoniacal.

El manejo del bromo se hace en botellas, Bidones de monel y camiones cisterna recubiertos de níquel o de plomo.

El Bromo seco absorbe rápidamente la humedad ambiente y por lo - tanto debe evitarse la entrada de aire en envase metálico.

## 2.05 Usos

La mayor parte del Bromo producido se convierte en Bromuro de Eti leno ingrediente de las gasolinas como antidetonante que junto con el tetraetiluro de plomo evita el depósito de plomo en los cilindros del - motor; por formación de Bromuro de Etilo volatil, que se elimina de aquéllos junto con los gases de combustión.

Los Bromuros alcalinos tales como los de sodio y potásio han encontrado utilidad en la industria fotográfica.

Los bromuros son utilizados en la industria farmacéutica en parte - por su acción sedante, en parte debido a su gran reactividad que los hace idóneos como productos intermedios para la obtención de sustan cias más complejas.

El bromuro de metilo se usa en la agricultura como fumigante así co mo también en el Dibromo-cloropropano y el Dibromo-cloroacetileno.

El Bromo y sus compuestos se emplean por su carácter oxidante co- mo agentes de blanqueo y desinfección pero no compiten con el cloro.

Debido a su elevada densidad los Bromuros encuentran aplicación en los indicadores de nivel, en flotación y como fluidos hidráulicos; se usan en la fabricación de colorantes, acumuladores, extintores de - incendios y como agentes ignífugos para hacer incombustibles diver sos materiales.

También tienen otros usos como son:

Refrigerante, disolvente y en el acondicionamiento de aire.

El tetrabromo acetileno cuyo peso específico es de 2.96 es uno de - los líquidos orgánicos más densos conocidos, y presenta actividad bacteriológica y fungicida.

El Bromuro de aluminio se usa como catalizador.

En general podemos decir que del Bromo líquido existen pocas - - aplicaciones directas y se usa principalmente para fines analíticos y sintéticos en laboratorios.

### 3.0 METODOS ANALITICOS DETERMINACION DEL BROMO EN LA - SALMUERA CONTROL QUIMICO

La determinación del Bromo en la Salmuera y en el agua de mar - se hace por una modificación del método de Vander Meulen, el - - cual se funda en la oxidación de un Bromuro o Bromato con Hipoclorito de sodio. El Hipoclorito en exceso se descompone por ebullición con formato de sodio después se agrega yoduro de potasio y ácido y el yodo liberado se valora con solución de Tiosulfato de so dio.

La modificación consiste en ajustar el pH de la solución para que esté comprendido entre 5.5. y 7.0 durante la oxidación.

Los amortiguadores como fosfato monosodico son perjudiciales.

Si se utiliza  $\text{CaCO}_3$  en lugar de fosfato de sodio, la solución tiene que hacerse ligeramente ácida después de la acción de hipoclorito con carbonato de calcio precipitado (Q. P.) se obtiene después el - pH correcto por ebullición.

El Magnesio se elimina de las Salmueras añadiendo  $\text{Ca(OH)}_2$  y filtrando.

El análisis del bromo líquido se realiza poniendo una muestra en - solución acidificada de yoduro potasico y valorando el yodo libre - con tiosulfato de sodio. Después se aplica una corrección por el cloro presente.

#### 4.0 Compuestos Orgánicos Varios de Bromo

En la Tabla No. II se indican algunos compuestos de bromo, la mayoría de los cuales tienen importancia industrial. Para presentar una información condensada sobre los métodos de preparación, las propiedades y los usos, se han indicado en la tabla las abreviaturas cuyo significado se explica con la clave siguiente.

##### Métodos de fabricación

- I Combinación directa del bromo y del compuesto no saturado que sirve de origen, en un disolvente si se indica así. El producto se lava para eliminar los ácidos, se seca y se fracciona, al vacío si es necesario.
- II Sustitución del hidrógeno por el bromo en el compuesto original: a) En presencia de hierro; b) en presencia de tricloruro de fósforo. - Se deja escapar el bromuro de hidrógeno, y es preferible lavarlo con la materia prima entrante. En algunos casos es necesario emplear un método para separar compuestos isómeros; por lo demás, el producto, si es un hidrocarburo bromado, se purifica como en I. Los fenoles pueden disolverse en álcali; precipitarse con un ácido y recristalizarse directamente del disolvente en el que se formaron.
- III Tratamiento del análogo clorado con algo más que la cantidad estequiométrica de bromuro aluminico anhidro. Después de reemplazar el cloro por bromo, la mezcla del producto y haluros de aluminio se lava con agua helada para separar estos haluros. El producto se destila o se cristaliza.
- IV Tratamiento del alcohol o el glicol progenitor con un bromuro y ácido sulfúrico como en la preparación del bromuro de metilo. Si el compuesto progenitor es inestable con respecto al ácido sulfúrico, se hace pasar ácido bromhídrico y por evaporación instantánea se expulsa de la mezcla caliente bromuro de alquilo. El producto se condensa, neutraliza y fracciona.
- V Esterificación del ácido de bromo con alcohol y ácido sulfúrico. - Después de la reacción se elimina el ácido por lavado y se destila el producto, si es necesario a presión reducida.
- VI Combinación directa de un compuesto no saturado con una mezcla equimolar de cloro y bromo, seguida de purificación como en I. Al mismo tiempo se forman algunos compuestos dicloro y dibromo.



VII Hidrobromación del compuesto primitivo no saturado (hidrocarburo o uno de sus productos de sustitución clorados o bromados), a) en presencia de un peróxido; b) con exclusión de peróxidos; c) fotoquímicamente a  $0^{\circ}\text{C}$ ; así puede prepararse bromuro de vinilo partiendo del acetileno y bromuro de etilideno partiendo del bromuro de vinilo. El clorobromuro de trimetileno se produce por hidrobromación del cloruro de alilo y purificación como en I.

VIII Deshidrobromación parcial de un dibromuro para formar un monobromuro no saturado: a) por craking a temperatura elevada; b) por hidrólisis con álcali.

#### U s o s

- A.- Anticéptico, germicida o fungicida.
- D.- Disolvente, generalmente para grasas, ceras y resinas, y en algunos casos como medio para realizar otras reacciones.
- E.- Ingrediente de los líquidos extintores de incendios.
- F.- Fumigante (si es muy volátil) o veneno por contacto .
- I. - Líquido para instrumentos indicadores.
- L. - Agente lacrimógeno o avisador
- M. - En microscopía o refractometría
- P. - Ingrediente en productos medicinales.
- R.- Refrigerante
- S.- Líquido pesado en separaciones de sólidos por diferencias de densidad.
- SINT.- Intermedio en las síntesis de otros compuestos.
- T.- Ingrediente de medios para transmitir el calor o de aceites para transformadores.

TABLA II. Compuestos varios de bromo

COMPUESTO	Fórmula	Peso mol	P. f., °C.	P. eb., °C.	$d_4^{20}$	$\eta_D^{20}$	Método de fabricación	Usos y propiedades varias
Tetrabromuro de acétileno (1, 1, 2, 2-tetrabromoetano)	$\text{CHBr}_2\text{CHBr}_2$	345.70	0.1	151.5 <sup>14</sup>	2.9638	1.6380	I	I, S, M, D,
Bromuro de alilo (3-bromo-propeno)	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$	120.99	-119.4	69.6 <sup>752</sup>	1.398	1.4693	VI, VIII(a)	F, Sínt. fumigaciones
Acido bromoacético	$\text{CH}_2\text{BrCOOH}$	138.96	50	208	1.934		II (en $\text{CS}_2$ )	Sínt.
5-Bromoaspirina	$\text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_3(\text{Br})\text{COOH}$	259.07	168					Sínt.
Bromobenceno	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	157.02	-30.6	156.1	1.4951	1.5600	II (a)	D, Sínt. P. inf., 51°C. p. ig., 155°C.
2-Bromo-4-ter-butilfenol	$(\text{CH}_3)_3\text{CC}_6\text{H}_3(\text{OH})\text{Br}$	229.12	< -20	120 (aprox)	1.334 <sup>25</sup>	1.550 <sup>25</sup>	II (en $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ )	Sínt. Monohidrato p. f., 51-52°C.
3-Bromoalcanfor	$\text{BrC}_{10}\text{H}_{15}\text{O}$	231.14	78	274	1.449		II	P.
Bromodichlorometano	$\text{CHBrCl}_2$	163.86	-57.1	90.1	1.9945	1.4985	III	E, D, Sínt.
x-Bromodietilbenceno	$\text{BrC}_6\text{H}_3(\text{C}_2\text{H}_5)_2$	213.12	< -70	236-239	1.255 <sup>25</sup>	1.538 <sup>25</sup>	II (a)	I, D,
2-Bromodifenil (2-bromo-bifenilo)	$\text{C}_6\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}$	233.11	< -20	296-298	1.2175 <sup>16</sup>		II(a) (en $\text{C}_6\text{H}_6$ )	T, Sínt.
4-Bromodifenil (4-bromo-bifenilo)	$\text{C}_6\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}$	233.11	89.5-90	310-311			II(a) (en $\text{C}_6\text{H}_6$ )	Sínt. p. inf. 144°C
x-Bromoetilbenceno	$\text{BrC}_6\text{H}_4\text{C}_2\text{H}_5$	185.07	-65	200-203	1.335 <sup>15</sup>	1.454 <sup>25</sup>	II(a)	I, T, D,
Bromoformo (tribromo-metano)	$\text{CHBr}_3$	252.77	7.7	149.5	2.8912	1.5980 <sup>19</sup>	III	I, S, P, Sínt.
x-Bromoisopropilbenceno	$\text{BrC}_6\text{H}_4\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	199.10	-30	212-216	1.290 <sup>15</sup>	1.536 <sup>26</sup>	II (a)	I, T, D,
2-Bromo-p-cimeno	$\text{Br}(\text{CH}_3)\text{C}_6\text{H}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	213.12	< -20	234.3	1.269 <sup>17</sup>	1.535 <sup>25</sup>	II (a)	I, T, Sínt.
$\alpha$ -Bromonaftaleno	$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{Br}$	207.07	6.2	281.1	1.4875	1.6582	II (en $\text{H}_2\text{O}$ ) II(a) (en $\text{CCl}_4$ )	M, Sínt.
p-Bromofenol	$\text{BrC}_6\text{H}_4\text{OH}$	173.02	64	237-238	1.840 <sup>18</sup>		II (en $\text{CCl}_4$ )	A, Sínt.

TABLA II. Compuestos varios de bromo (Continuación)

COMPUESTO	FORMULA	Peso mol	P. f., °C	P. eb., °C	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$	Método de fabricación	Usos y propiedades varias
2-Bromo-4-fenifenol	$C_6H_4C_6H_4(OH)Br$	249.11	94	157	1.536 <sup>16</sup>		II (en $CCl_4$ )	A
Acido $\alpha$ -bromopropiónico	$CH_3CHBrCOOH$	152.99	25.7 (dl)	203.5	1.671	1.475	II (b) (100-130°C)	Sínt.
3-Bromopiridina	$BrC_5H_4N$	158.01		173.174	1.632 <sup>16</sup>		II	Sínt.
Acido 5-bromosalicílico	$Br(OH)C_6H_3COOH$	217.03	166				II (en $C_2H_4Cl_2$ )	Sínt.
2-Bromotiofeno	$BrC_4H_2S$	163.04		149-151	1.649 <sup>23</sup>		II	Sínt.
o-Bromotolueno	$CH_3C_6H_4Br$	171.04	-27	181.4	1.422	1.552 <sup>25</sup>	II (a)	D, Sínt.
p-Bromotolueno	$CH_3C_6H_4Br$	171.04	28	184	1.390	1.549	II (a)	D, Sínt.; p. inf., 85°C.
Bromuro de n-butilo (1-bromobutano)	$CH_3(CH_2)_2CH_2Br$	137.03	-112.7	100.5	1.2687 <sup>25</sup>	1.4398	IV	Sínt.
Tetrabromuro de carbono	$CBr_4$	331.67	90.1	189.5	3.42	1.600 <sup>25</sup>	III	Sínt. (agente de bromación)
Bromuro de cianógeno	$CNBr$	105.93	52	61.3	2.015		$Br_2 + KCN$	F, L, Sínt. muy tóxico
o-Dibromobenceno	$C_6H_4Br_2$	235.92	1.8	225	1.965	1.6081	II (a) (poco rend.)	S, T, D, Sínt.
p-Dibromobenceno	$C_6H_4Br_2$	235.92	87.3	218-219	2.261 <sup>17</sup>	1.5743 <sup>27</sup>	II (a)	Sínt.
4,4'-Dibromodifenilo	$BrC_6H_4C_6H_4Br$	312.02	163-164	355-360	1.897		II (a)	Sínt.
x-Dibromoetilbenceno	$Br_2C_6H_3Et_2$	263.98	< -70	258-261	1.727 <sup>25</sup>	1.587 <sup>25</sup>	II (a)	I, T,
Difenilbromometano	$(C_6H_5)_2CHBr$	247.12	43	193	1.491 <sup>23</sup>		II (en vidrio)	Sínt. (prod. farm.)
Bromuro de etilo	$C_2H_5Br$	108.98	-119.0	38.3	1.4586	1.421	IV	P, R, D, Sínt.
Bromoacetato de etilo	$CH_3BrCOOC_2H_5$	167.1		159	1.480 <sup>25</sup>	1.451	V	L, Sínt.
Clorobromuro de etileno (1-bromo-2-cloroetano)	$CH_2ClCH_2Br$	143.43	-16.6	106.8	1.7392	1.4917	VI	F, D, Sínt.

TABLA II. Compuestos varios de bromo (Conclusión)

COMPUESTO	FORMULA	Peso mol	P. f., °C	P. eb., °C	$d_4^{20}$	$\eta_D^{20}$	Método de fabricación	Usos y propiedades varias
Bromuro de etilideno (1, 1-dibromoetano)	$\text{CH}_3\text{CHBr}_2$	187.88		108-110	2.06	1.5122	VII(b)	S, Sínt.
Bromuro de isopropilo (2-bromopropano)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHBr}$	123.00	89.9	59.3	1.3138	1.4254	IV	D, Sínt.
Bromuro de laurilo (1-bromododecano)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{Br}$	249.24		175-180	1.0382	1.4581	IV	Sínt. (prod. farm.)
Bromuro de metileno (dibromometano)	$\text{CH}_2\text{Br}_2$	173.86	-52.7	96.9	2.4970	1.542	III	E, I, S, D, Sínt.
Clorobromuro de metileno (bromoclorometano)	$\text{CH}_2\text{BrCl}$	129.40	-55	67.8	1.924 <sup>25</sup>		III	E, D, Sínt.
Bromuro de n-propilo (1-bromopropano)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$	123.00	-110	70.9	1.3514	1.4341	IV	D, Sínt.
Bromuro de propileno (1, 2-dibromopropano)	$\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br}$	201.91	-55.3	140	1.9333	1.5194	I	D, Sínt.
Bromuro de estireno (1, 2-dibromoetilbenceno)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCH}_2\text{Br}$	263.98	74-75	139-141			II(a) (en $\text{CCl}_4$ )	F, Sínt.
Tetrabromo-o-cresol	$\text{CH}_3\text{C}_6(\text{OH})\text{Br}_4$	423.76	206-207	desc.			I (en $\text{CCl}_4$ )	A.
2, 4, 6-Tribromofenol	$\text{Br}_3\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}$	330.83	96	subl.	2.55		II (en $\text{H}_2\text{O}$ )	A, P.
1, 2, 3-Tribromopropano	$\text{CH}_2\text{BrCHBrCH}_2\text{Br}$	280.82	16	220	2.4076 <sup>26</sup>	1.5835 <sup>15</sup>	I (con bromuro alilo)	S, Sínt.
Bromuro de trimetileno (1, 3-dibromopropano)	$\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$	201.91	-34.2	167.3	1.9790	1.5232	IV	Sínt. (ciclopropano)
Clorobromuro de trimetileno (1-bromo-3-cloropropano)	$\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	157.45		142-145	1.466 <sup>25</sup>	1.4732 <sup>15</sup>	VII(a)	Sínt. (ciclopropano)
Bromuro de vinilo (bromoetileno)	$\text{CH}_2\text{CHBr}$	106.96	-137.8	15.8	1.5152	1.4462	VII(c), VIII(b)	En copolímeros

Transporte y precauciones. - Casi todos los compuestos incluidos en la Tabla II figuran en la clasificación de productos químicos N.O.I.B.N. y están exentos de reglas especiales para el transporte. Son excepciones el bromuro de alilo, que exige se le ponga una etiqueta de gas inflamable y también venenoso, y el bromuro de cianógeno, que es venenoso. La clasificación para el transporte del 2-Bromo-4-fenilfenol y su sal sódica es como desinfectante no medicinal N.O.I.B.N.

Los líquidos volátiles deben, por lo general, llevar una etiqueta que prevenga a los que los manejan contra la inhalación de los vapores. Debe evitarse el contacto de la piel con los líquidos o con los sólidos en el caso de los compuestos fenólicos o ácidos.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DEL MERCADO

#### 1.0 DEMANDA DEL PRODUCTO

Aquí sólo se considerará la importación puesto que no existe producción nacional del Bromo.

El Bromo se encuentra clasificado para su importación bajo la siguiente fracción arancelaria, 28.01.A.003.

En la tabla No. 1 se expresan las cantidades importadas su valor expresado en pesos mexicanos y su procedencia desde el año de 1965 a 1973.

La tabla No. 2 nos muestra los precios por kilogramo adquirido de los diferentes países de importación con el objeto de comparar con la Tabla No. 6 presentada en inciso 3.

TABLA No. 1

IMPORTACION DE BROMO LIQUIDO

PAIS	1965		1966		1967		1968		1969	
	Kgs.		Kgs.		Kgs.		Kgs.		Kgs.	
	Br.	\$ M.N.	Br.	\$ M.N.	Br.	\$ M.N.	Br.	\$ M.N.	Br.	\$ M.N.
E. U. A.	36025	232730	36363	256403	46521	342396	36815	248296	50546	347415
Rep. Fed. Alem.	100	1614	53	1097	95	1997	81	1350	173	2883
Italia	30	720	-	-	-	-	40	1656	25	609
Suiza	42	290	-	-	-	-	-	-	-	-
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reino Unido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>36197</b>	<b>235354</b>	<b>36415</b>	<b>257500</b>	<b>46616</b>	<b>344393</b>	<b>36936</b>	<b>251302</b>	<b>50744</b>	<b>350907</b>

TABLA No. 1 (CONTINUACION )

IMPORTACION DE BROMO LIQUIDO

PAIS	1 9 7 0		1 9 7 1		1 9 7 2		1 9 7 3	
	Kgs. Br.	\$ M.N.	Kgs. Br.	\$ M.N.	Kgs. Br.	\$ M.N.	Kgs. Br.	\$ M.N.
E. U. A.	73485	371375	75853	535194	82174	697907	4742	110016
Rep. Fed. Alem.	720	15678	-	-	318	7793	107987	988306
Italia	-	-	-	-	63	2886	-	-
Suiza	-	-	-	-	-	-	-	-
Israel	-	-	4794	33458	6668	36193	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>74205</b>	<b>387053</b>	<b>80659</b>	<b>568652</b>	<b>89223</b>	<b>744779</b>	<b>112729</b>	<b>1098322</b>



TABLA No. 2

\$/KG. MONEDA NACIONAL

<u>PAIS</u>	<u>1965</u> \$/Kg.	<u>1966</u> \$/Kg.	<u>1967</u> \$/Kg.	<u>1968</u> \$/Kg.	<u>1969</u> \$/Kg.	<u>1970</u> \$/Kg.	<u>1971</u> \$/Kg.	<u>1972</u> \$/Kg.	<u>1973</u> \$/Kg.
E.U.A.	6.46	7.05	7.36	6.74	6.87	5.05	7.055	8.49	23.2
Rep. Fed. Alem.	16.14	20.69	21.02	16.66	16.66	21.77	-	24.50	9.15
Italia	24.00	-	-	41.40	24.36	-	-	45.80	-
Suiza	24.16	-	-	-	-	-	-	-	-
Israel	-	-	-	-	-	-	6.97	5.42	-

Como se puede observar en la Tabla No. 1 el volumen de importación realizado por México en el año de 1973 fué de 112, 729 Kgs. correspondiendo a un total de \$MN 1'098, 322. 00.

Esta cantidad resulta ser incosteable de producirse en una planta de este tipo, sin embargo hemos de considerar el volumen de importación de los principales derivados del bromo como son:

- a) Bromuro de Etileno (Fracción arancelaria) 29.02.A.024
- b) Bromuro de Metilo (Fracción arancelaria) 29.02.A.025
- c) 2Bromo 2Cloro 1, 1, 1 trifluoro etano (Fracción arancelaria) 29.02.A.029

Las cantidades importadas su valor expresado en pesos moneda nacional y su procedencia desde el año de 1965 a 1975 para el Bromuro de Etileno 4 y de 1965 a 1973 para los otros derivados se muestra en las tablas números 3, 4 y 5.

El objeto de presentar esta información de los derivados del Bromo es - con el fin de visualizar la capacidad real de la planta ya que estos deriva dos son factibles de producirse en un anexo de la misma planta.

Sin embargo el principal derivado del Bromo desde el punto de vista de - demanda es el Bromuro de Etileno y será por tanto el único tomado en con sideración.

Basándose en las cantidades totales importadas procedentes de los dife - rentes países desde 1965 a 1973 para el bromo y de 1970 a 1975 para el - bromuro de etileno y tomando en cuenta que la depreciación para este ti - po de plantas deberá ser a corto plazo se han elaborado las proyecciones de la importación hasta el año de 1981 tanto para el bromo como para el bromuro de etileno, representado en las gráficas 1 y 2.

TABLA No. 3

BROMURO DE ETILENO

PAIS	1 9 6 5		1 9 6 7		1 9 6 8		1 9 7 0	
	Kgs L.	\$ M.N.	Kgs. L.	\$ M. N.	Kgs. L.	\$ M.N.	Kgs. L.	\$ M.N.
E. U. A.	2,033,565	10,153,425	1,991,393	10,057,445	2,190,996	8,160,261	1,422,090	5,092,011
Bélgica	65,636	331,554	-	-	-	-	-	-
Rep. Fed. Alem.	-	-	4	48	-	-	9	167
TOTAL	2,099,291	10,484,979	1,991,397	10,075,493	2,190,996	8,160,261	1,422,099	5,092,178

TABLA No. 3 (CONTINUACION)

BROMURO DE ETILENO

PAIS	1 9 7 1		1 9 7 2		1 9 7 3	
	Kgs.		Kgs.		Kgs.	
	<u>L.</u>	<u>\$ M.N.</u>	<u>L.</u>	<u>\$ M. N.</u>	<u>L.</u>	<u>\$ M.N.</u>
E. U. A.	1,284,193	4,497,636	1,346,081	4,491,512	1,473,053	5,091,242
Bélgica	-	-	-	-	-	-
Rep. Fed. Alem.	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1,284,193</b>	<b>4,497,636</b>	<b>1,346,081</b>	<b>4,491,512</b>	<b>1,473,053</b>	<b>5,091,242</b>

TABLA No. 3 (CONTINUACION)

BROMURO DE ETILENO

P A I S	1 9 7 4		1 9 7 5	
	Kgs.	\$MN.	Kgs.	\$MN
E.U.A.	1'569,230	7'034,259	1'257,734	7'358,351
Rep. Fed. Alemana	-	-	137,550	1'038,219
Canadá	-	-	49,252	377,400
Dinamarca	-	-	30,400	261,551
Francia	-	-	35,382	175,788
Japón	-	-	21,775	169,523
TOTAL	1'569,230	7'034,259	1'532,093	9'380,832

TABLA No. 4

BROMURO DE METILO

PAIS	1 9 6 5		1 9 6 7		1 9 6 8		1 9 7 0	
	Kg	\$ M. N.	Kg	\$ M. N.	Kg	\$ M. N.	Kg	\$ M. N.
E. U. A.	223,663	2,386,792	208,440	2,195,762	165,797	1,535,641	140,661	1,467,660
Israel	150,021	1,471,051	39,825	358,874	-	-	-	-
TOTAL	373,684	3,857,843	248,265	2,554,636	165,797	1,535,641	140,661	1,467,660

TABLA No. 4 (CONTINUACION)

BROMURO DE METILO

PAIS	1 9 7 1		1 9 7 2		1 9 7 3	
	Kg	\$ M.N.	Kg	\$ M.N.	Kg	\$ M. N.
E.U.A.	178,430	1,575,073	149,090	1,351,612	249,426	2,093,851
Israel	-	-	-	-	-	-
TOTAL	178,430	1,575,073	149,090	1,351,612	249,426	2,093,851

TABLA No. 5

2 BROMO, 2 CLORO, 1, 1, 1 TRIFLUOROETANO

PAIS	1 9 6 7		1 9 6 8		1 9 7 0		1 9 7 1	
	Kg	\$ M.N.	Kg	\$ M.N.	Kg	\$ M.N.	Kg	\$ M.N.
E. U. A.	315	105,208	149	51,079	-	-	-	-
Rep. Fed. Alem.	2,337	878,845	2,389	586,050	883	330,600	4,486	1,679,309
Bélgica	146	51,626	-	-	-	-	-	-
Reino Unido	3,019	1,059,747	5,291	1,534,422	7,798	2,555,109	7,670	2,665,835
Canada	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	5,817	2,095,428	7,829	2,171,551	8,681	2,885,709	12,156	4,345,144



TABLA No. 5 (CONTINUACION)

2 BROMO, 2 CLORO, 1, 1, 1 TRIFLUOROETANO

P A I S	1 9 7 2		1 9 7 3	
	<u>Kg.</u>	<u>\$ M.N.</u>	<u>Kg.</u>	<u>\$ M.N.</u>
E. U. A.	-	-	-	-
Rep. Fed. Alem.	4, 937	1, 850, 838	713	260, 359
Bélgica	-	-	-	-
Reino Unido	12, 576	3, 897, 371	12, 396	4, 080, 935
Canada		-	1, 025	334, 195
TOTAL	17, 513	5, 748, 209	14, 134	4, 675, 489

## Análisis de Regresión.

Método de los mínimos cuadrados.

Con el uso de este método se pueden obtener excelentes resultados, de hecho si se hace la suposición común de normalidad, el método de los mínimos cuadrados es equivalente al de máxima probabilidad.

Ecuaciones utilizadas:

$$\eta = B_0 + B_1 X$$

$$Y = B_0 + B_1 X + \varepsilon$$

$$(\eta) b_0 + (\sum X) b_1 = \sum Y$$

$$(\sum X) b_0 + (\sum X^2) b_1 = \sum XY$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum XY - (\sum X)(\sum Y)/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n} = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

$$x = -\bar{X} + X \quad ; \quad y = Y - \bar{Y}$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X$$

Regresión lineal para el Bromo:

DATOS ESTADISTICOS

<u>X</u>	<u>AÑOS</u>	<u>KGS. (Y)</u>
1	1965	36,197
2	1966	36,415
3	1967	46,616
4	1968	36,936
5	1969	50,744
6	1970	74,205
7	1971	80,659
8	1972	89,223
9	1973	112,729

$N = 9$

$\sum X = \sum_{i=1}^n X_i = 45$

$\bar{X} = 5$

$\sum X^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 = 285$

$\frac{(\sum X)^2}{n} = (45)^2 / 9 = 225$

$\sum x^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = 60$

$\sum Y = \sum_{i=1}^n Y_i = 563724$

$\bar{Y} = 62636$

$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 = 41429.3748 \times 10^6$

$\frac{(\sum Y)^2}{n} = (563724)^2 / 9 = 35309.415 \times 10^6$

$$\sum y^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 6119.9588 \times 10^6$$

$$\sum XY = \sum_{i=1}^n X_i Y_i = 3388527$$

$$\frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} = \frac{45 \times 563724}{9} = 2818620$$

$$\sum xy = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y}) = 569907$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum XY - (\sum X)(\sum Y)/n}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n} = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$b_1 = \frac{569907}{60} = 9498.45$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} = 62636 - (9498.45 \times 5) = 15143.75$$

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x = 15143.75 + 9498.45 x$$

RESUMEN I

$$n = 9$$

$$\sum X = 45$$

$$\bar{X} = 5$$

$$\sum X^2 = 285$$

$$\frac{(\sum X)^2}{n} = 225$$

$$\sum XY = 3388527$$

$$\frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} = 2818620$$

$$\sum XY = 569907$$

$$\hat{Y} = 15143.75 + 9498.45 x$$

$$\sum Y = 563724$$

$$\bar{Y} = 62636$$

$$\sum Y^2 = 41429.3748 \times 10^6$$

$$\frac{(\sum Y)^2}{n} = 35309.415 \times 10^6$$

$$\sum Y^2 = 6119.9588 \times 10^6$$

$$\sum X^2 = 60$$

$$b_1 = 9498.45$$

$$b_0 = 15143.75$$

Ecuación de Proyección

DATOS A PARTIR DE LA ECUACION DE PROYECCION

<u>X</u>	<u>ANOS</u>	<u>KGS.</u>
1	1965	24,643.20
2	1966	34,140.65
3	1967	43,639.10
4	1968	53,137.55
5	1969	62,636.00
6	1970	72,134.45
7	1971	81,632.90
8	1972	91,131.35
9	1973	100,629.80
10	1974	110,128.25
11	1975	119,626.70
12	1976	129,125.15
13	1977	138,623.60
14	1978	148,122.05
15	1979	157,620.50
16	1980	167,118.95
17	1981	176,617.40

Análisis de regresión lineal para el bromuro de etileno

DATOS ESTADISTICOS

<u>X</u>	<u>AÑOS</u>	<u>KGS.</u>	
-	1965	2,099.201	(*)
-	1967	1,999.397	(*)
-	1968	2,190.996	(*)
1	1970	1,442.099	
2	1971	1,284.193	
3	1972	1,346.081	
4	1973	1,473.053	
5	1974	1,569.230	
6	1975	1,532.093	

$$n = 6$$

$$\sum X = 21$$

$$\bar{X} = \frac{21}{6} = 3.5$$

$$\sum X^2 = 91$$

$$\frac{(\sum X)^2}{n} = \frac{(21)^2}{6} = 73.5$$

$$\sum x^2 = 17.50$$

(\*) Datos no representativos no se consideraron en el cálculo de proyección.

$$\sum Y = 8,646,749.0$$

$$\bar{Y} = 1,441,124.8333$$

$$\sum Y^2 = 12,520,412.1398 \times 10^6$$

$$\frac{(\sum Y)^2}{n} = \frac{(8646749)^2}{6} = 12,461,044.7115 \times 10^6$$

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = 59367.4285 \times 10^6$$

$$\sum XY = \sum_{i=1}^n X_i Y_i = 30,979,648.0$$

$$\frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} = \frac{21 \times 8646749}{7} = 25,940,247.0$$

$$\sum XY = 716,026.5$$

$$b_1 = \frac{716026.5}{21} = 34096.5$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} = 1,441,124.833 - (34096.5 \times 3.5)$$

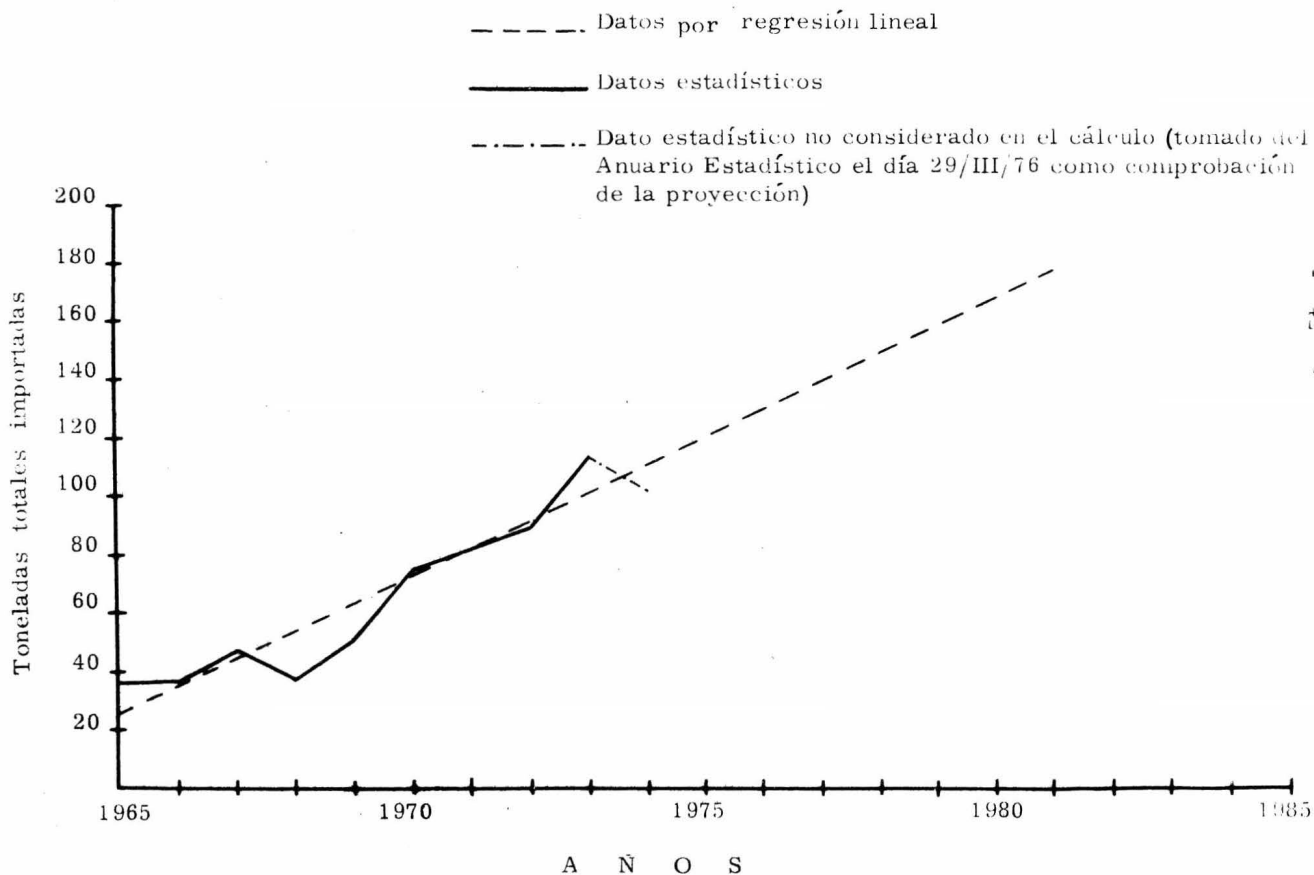
$$b_0 = 1,321,787.0833$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X = 1,321,787.0833 + 34096.5 X$$

DATOS A PARTIR DE LA ECUACION DE PROYECCION

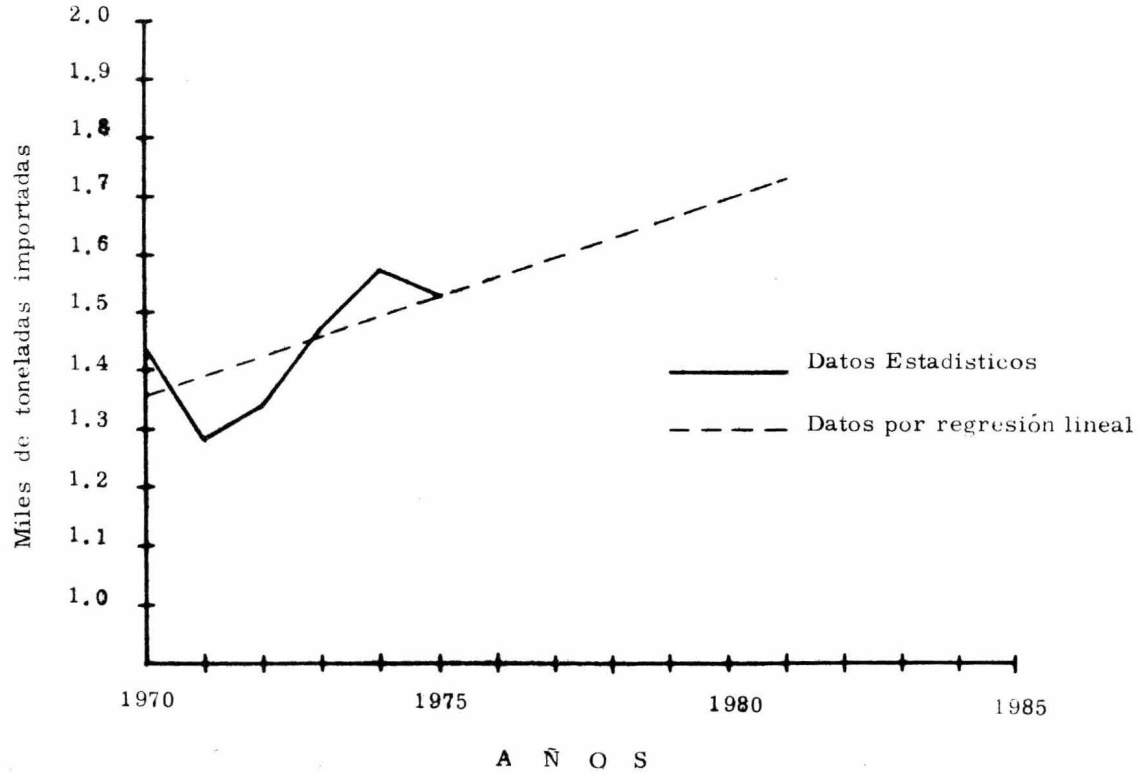
<u>X</u>	<u>AÑOS</u>	<u>KGS.</u>
1	1970 <sup>3</sup>	1,355,883.5833
2	1971	1,389,980.0833
3	1972	1,424,076.5833
4	1973	1,458,173.0833
5	1974	1,492,269.5833
6	1975	1,526,366.0833
7	1976	1,560,462.5833
8	1977	1,594,559.0833
9	1978	1,628,655.5833
10	1979	1,662,752.0833
11	1980	1,696,848.5833
12	1981 <sup>4</sup>	1,730,945.0833

Proyección Bromo Líquido		
Fac. de Química	U. N. A. M.	
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.	
Bromo Líquido	Graf. No. 1	Revisión





Proyección Bromuro de Etileno		
Fac. de Química	U. N. A. M.	
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.	
Bromo Líquido	Graf. No. 2	Rev. 1



Con objeto de verificar la proyección de bromo líquido se obtuvieron del Anuario Estadístico para el año de 1974 los siguientes datos:

<u>P A I S</u>	<u>KGS</u>	<u>\$ MN</u>
Rep. Fed. Alemana	10	299
E. U. A.	101,562	1,134,982
TOTAL:	101,572	1,135,281

El volumen encontrado por regresión lineal para este año fue de 110,128 Kgs. lo que nos hace suponer que la proyección se encuentra dentro de un rango de confiabilidad de  $\pm$  10%.

La proyección del bromuro de etileno se llevó a cabo con datos estadísticos a partir de los años de [1970 a 1975,] considerando los de 1965 a 1968 como no representativos; observando en la Tabla No. 3 que los volúmenes de importación para estos años son mayores, teniéndose una notable disminución a partir del año de 1970 debido al principal uso que se le -- asigna a este derivado del bromo (\*) y dadas las políticas de no contaminación ambiental (\*\*).

(\*) Ver anexo No. 1 inciso 1.02 Capítulo X

(\*\*) Ver conclusiones Capítulo VIII

2.0. -PRECIOS EN EL MERCADO NACIONAL

Los precios en el Mercado Nacional de Bromo Líquido así como - las empresas que lo distribuyen en México se presentan a continua ción.

Los envases necesarios para el Bromo son:

Botellas recubiertas de plomo y tambores de monel estos envases son proporcionados por la compañía que desea hacer la importa-- ción y no por la compañía por medio de la cual se hace.

- a) Cía. Dow Química, S.A. de C.V. (Bromo técnico)  
Cajas de 6 botellas  
Cada botella de 2.5 Kg.

A Ñ O 1 9 7 2 →

<u>\$ Kg.</u>	<u>Cantidad de compra mínima</u>		
	<u>Kgs.</u>		
13.20	13,636.36	910	Cajas
14.30	495.00	33	"
16.775	300.00	20	"
18.975	225.00	15	"
23.375	150.00	10	"
36.85	75.00	5	"

A Ñ O 1 9 7 5 →

<u>\$ Kg.</u>	<u>Cantidad de compra mínima</u>		
	<u>Kgs.</u>		
17.00	13,636	910	Cajas
18.60	494	33	"
21.80	300	20	"
24.60	225	15	"
30.40	150	10	"
47.90	75	5	"

b) Curtin de México, S.A. de C.V. (Grado Reactivo)

A Ñ O 1 9 7 2

<u>\$/Kg.</u>	<u>Cantidad</u>
278	5.47 Kg. Caja de 12 frascos
249	0.454 " c/u

A Ñ O 1 9 7 5

213.80	5.47 Kg. Caja 12 frascos
323.70	0.454 " c/u

c) El Crisol, S.A. (Grado Reactivo)

A Ñ O 1 9 7 2

<u>\$/Kg</u>	Se expende en ampolletas
270	de 25 g \$6.75 c/u

A Ñ O 1 9 7 5

<u>\$/Kg</u>	Se expende en ampolletas
351	de 25 g \$6.75 c/u

d) Equipar, S. A. (Grado Reactivo)

A Ñ O 1 9 7 2

<u>\$/Kg</u>	
249	Ampolletas de 0.454 Kg

A Ñ O 1 9 7 5

323.70	Ampolletas de 0.454 Kg
--------	------------------------

e) Productos Químicos Monterrey

A Ñ O 1 9 7 2

Bromo grado reactivo

Ampolletas de 10g \$ 10.00

Ampolletas de 100g \$ 55.00

Bromo reactivo analítico

Frasco 500g \$100.00

A Ñ O 1 9 7 5

Ampolletas de 10g \$ 13.00 grado reactivo

Ampolletas de 100g \$ 71.50 grado reactivo

Frasco de 500g \$130.00 grado reactivo

f) Técnica Química, S. A. (Grado Reactivo)

A Ñ O 1 9 7 2

9.10 \$/25g Frasco de 25 g  
90.00 \$/500g Frasco de 500 g

A Ñ O 1 9 7 5

11.85 \$/25 g Frasco de 25g  
117.00 \$/500g Frasco de 500g

3.0. - FLUCTUACIONES DE LOS PRECIOS

Para mostrar los precios del Bromo y sus fluctuaciones se han escogido los meses que van desde enero a junio del año de 1973, y los meses de enero a diciembre de 1974.

Estos datos se muestran en la Tabla No. 6 los cuales fueron obtenidos a partir de la revista semanal Chemical Marketin Reporter (OPD) que presentan una variación considerable con respecto a los precios que fueron determinados de la importación inciso -

No. 1 Tabla No. 2 por tanto para el estudio económico se considera el precio reportado para el mercado internacional que es - de **15.425 \$/Kg. (VER PAG. No. 84)**

PRECIOS Y FLUCTUACIONES

TABLA No. 6

A Ñ O 1 9 7 3

\$ / KG.

<u>Fecha</u>	<u>Bromo Purif. caso de liber tad de venta</u>	<u>Tambores de Bromo Purif.</u>	<u>Tambores 20454 Kg min.</u>	<u>Bromocloro metano</u>	<u>Tanques de bromocloro metano</u>	<u>Bromoformo gra do farmacéutico 5 Gal. libre FOB</u>
3 Ene.	13.475	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
10 Ene.	13.475	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
17 Ene.	13.475	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
24 Ene.	13.475	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
31 Ene.	11.275	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
6 Mzo.	13.485	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
27 Mzo.	13.475	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
3 Abr.	13.475	8.25	4.675	14.1625	13.75	61.875
10 Abr.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
17 Abr.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
24 Abr.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
1 May.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
15 May.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
22 May.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
19 Jun.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875
26 Jun.	13.475	8.25	4.675	14.9875	14.575	61.875

PRECIOS Y FLUCTUACIONES

TABLA No. 6 (CONTINUACION)

\$/kg

AÑO	FECHA	BROMO
1974	1 Ene.	13.475
	8 Ene.	13.475
	15 Ene.	13.475
	12 Mzo.	13.475
	19 Mzo	13.475
	26 Mzo.	13.475
	7 May.	13.475
	14 May.	13.475
	21 May.	13.475
	28 May.	13.475
	2 Jul.	13.475
	9 Jul.	13.475
	16 Jul.	13.475
	26 Jul.	13.475
	30 Jul.	13.475
	3 Sep.	13.475
	10 Sep.	13.475
	17 Sep.	13.475
	24 Sep.	13.475
	5 Nov.	13.475
	12 Nov.	13.475
	19 Nov.	13.475
	26 Nov.	13.475
	10 Dic.	13.475



4.0. - ESTADÍSTICAS DE COMERCIO DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
CON LOS PAISES DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DEL -  
LIBRE COMERCIO. (A. L. A. L. C.)

Fracción.

Importación

29.35. B.078 Bromuro de 1 Metil-3 Benziloiloxiquinoclidinio

<u>Año</u>	<u>P a í s</u>	<u>Kg. Netos</u>	<u>Valor \$ M. N.</u>
		(sin envase)	
1967	Uruguay	12	337,500
1968	Uruguay	18	574,980
	Total	30	911,480

Fracción

29.35. C.058 Bromohidrato de 3-Metoxi-N-Metil Morfinón

<u>Año</u>	<u>P a í s</u>	<u>Kg. Netos</u>	<u>Valor \$ M. N.</u>
1967	Uruguay	130	381,250
	Total	130	381,250

Fracción

29.16 H.004 Bromolactobionato de calcio

<u>Año</u>	<u>P a í s</u>	<u>Kg. Netos</u>	<u>Valor \$ M. N.</u>
1968	Brasil	4,444	220,237
1969	Brasil	10,963	561,654
1970	Brasil	9,462	492,535
	Total	24,869	1,274,426

Observando los datos anteriores, nos damos cuenta que México solamente realiza importaciones de bromo.

En lo que respecta a las exportaciones, corresponden al fluor - y yodo aunque no fueran reportadas estas cantidades en el presente estudio por carecer de importancia.

Por lo tanto podemos decir que México sólo realiza importaciones de derivados de bromo, con estos países.

5.0. -ASPECTOS ECONOMICOS DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE BROMO.

La situación de las fábricas de Bromo viene impuesta principalmente por las disponibilidad de salmueras o aguas marinas que contengan cantidades suficientes de Bromo.

Las instalaciones que utilizan agua de mar pueden trabajar más económicamente en regiones donde la temperatura del agua es elevada y el costo de energía es bajo.

Un sitio propuesto para fabricación de Bromo debe asegurarse un abastecimiento de salmuera o agua de mar no diluída por agua dulce (desembocadura de río), ni contaminada por agua efluyente de -- otras plantas.

La inversión y los costos de mantenimiento son relativamente elevadas en virtud del equipo necesario.

El costo principal en materias primas es el del cloro seguido por el ácido sulfúrico, dependiendo del proceso de obtención que se use.

En plantas que utilizan agua de mar el principal gasto de operación es el de bombeo.

En plantas que utilizan salmuera, el principal costo de operación es el correspondiente a la mano de obra y vapor.

6.0. - CAPACIDAD DE LA PLANTA

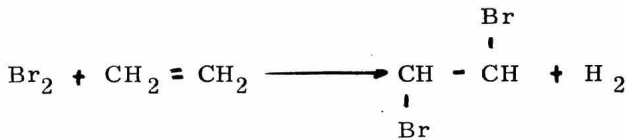
Dentro de este inciso se determinará la capacidad de la planta en base a los datos obtenidos del análisis de regresión lineal para bromo y bromuro de etileno en el año de 1981.

Los datos obtenidos por este método para el año de 1981 son:

Bromo: 176,617 Kgs.

Bromuro de etileno: 1.730,945 Kgs.

La cantidad de bromo tóerica necesaria para elaborar el bromuro de etileno es de:



P.M. Br = 79.909

P.M. C = 12,0

P.M. H = 1.0

$$\frac{\text{Kg Br}_2}{\text{Kg C}_2\text{H}_2\text{Br}_2} = \frac{159.818}{185.818} = 0.86$$

$$\text{Kgs. Bromo} = 0.86 \times 1.730,943 = \underline{\underline{1.488,613}}$$

Capacidad de la planta para bromo líquido (Grado técnico)

Bromo	176, 617 Kgs.
Bromo para la fabricación del bromo de etileno	<u>1. 488, 613</u> Kgs.
TOTAL	1. 665, 230 Kgs.

Por lo tanto la capacidad de la planta será para una producción de:

$$C = 2,000 \text{ Tons. Bromo/año}$$

Podrá observarse que no se consideró el bromo utilizado como materia prima en la fabricación de otros derivados de menor importancia comercial pero en el caso que se decida su elaboración la capacidad establecida podrá absorber esta demanda.

Es factible la exportación a partir del año de 1977 considerando a éste como el primer año de operación de la planta. La tabla No. 7 nos muestra los volúmenes de exportación potencial o producción de otros derivados bromados en base a la capacidad establecida y los datos obtenidos de proyección para el bromo y el bromuro de etileno.

TABLA No. 7

MERCADO POTENCIAL

CONCEPTO	1977	A	Ñ	O	S	1981
	Kgs.	1978 Kgs.	1979 Kgs.		1980 Kgs.	Kgs.
Consumo Nacional	138,624	148,122	157,621		167,119	176,617
Producción bromuro de etileno	1,371,321	1,400,644	1,429,967		1,459,290	1,488,613
Subtotal	1,509,945	1,548,766	1,587,588		1,626,409	1,665,230
Exportación potencial o producción de otros derivados	490,055	451,234	412,412		373,591	334,770
<b>TOTAL</b>	<b>2,000,000</b>	<b>2,000,000</b>	<b>2,000,000</b>		<b>2,000,000</b>	<b>2,000,000</b>

La elaboración del bromuro de etileno consiste en una adición proporcio-  
nada de bromo y etileno (X), siendo posible su fabricación en un anexo -  
a la misma planta productora de bromo para lo cual se requerirá un es-  
tudio posterior. PEMEX podría comprar bromo y elaborar su bromuro  
de etileno o bien adquirirlo directamente siendo en cualquier caso la can-  
tidad de bromo la misma.

Como se especifica en el anexo No. 1 inciso 1.02 este bromuro de etile-  
no sirve de materia prima para la fabricación del compuesto llamado te-  
traetiluro de plomo el cual se adiciona a las gasolinas como antidetonan-  
te. Este compuesto está integrado de la forma siguiente:

Tetraetilo de plomo	63%
Bromuro de etileno	26%
Cloruro de etileno	9%
Colorante	<u>2%</u>
TOTAL:	100%

(X) Ver anexo No. 1 inciso 1.03 Capítulo X

### CAPITULO III

#### CONSIDERACIONES SOBRE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA

En base a la tesis se hace específicamente en relación a las salinas "Las Coloradas" en Mérida, Yucatán, la cual se encuentra actualmente en explotación como productora de sal, se consideró la posibilidad de utilizar estas salmueras como materia prima para la obtención del bromo; por tanto nuestro objetivo en este punto va a ser el análisis de la posible ubicación de la planta en dicho lugar, en base a lo siguiente:

- a) Tal y como consta en el estudio, la materia prima necesaria es la salmuera. La producción actual en las coloradas es de - - - 1,000,000 m<sup>3</sup>/año, y como máxima producción se espera tener - 4,000,000 m<sup>3</sup>/año, con lo cual queda asegurada la cantidad anual requerida; el tiempo posible de producción de estas salinas es "indefinido" debido a que la salmuera se obtiene a partir del agua de mar en evaporadores naturales al sol.

Como materias primas auxiliares necesarias tenemos el cloro y la cal.

Debido a que en el Estado de Yucatán no existe ninguna planta productora de cloro, la fuente de abastecimiento más cercana y con volumen suficiente para cubrir nuestra demanda, se encuentra localizada en Coatzacoalcos, Ver., y como se menciona posteriormente el transporte es factible ya que existen vías de comunicación entre ambas localidades.

En cuanto a la cal, existen caleras en Mérida, Yuc. que pueden cubrir la demanda ya que las cantidades necesarias para la producción son muy reducidas.

- b) Es definitivo, que si se decide llevar a cabo la construcción de esta planta, deberá quedar ubicada en el área circundante a las salinas de las coloradas; esto se debe, a que siendo el costo de la salmuera muy reducido, cualquier cargo adicional en el mismo ya sea por flete o por bombeos lejanos, lo encarecería notablemente sobre todo teniendo en cuenta los volúmenes a manejar.



c) Los servicios necesarios para la producción son:

Electricidad, agua de enfriamiento, agua para caldera (vapor) y - - combustible (diesel), todos ellos disponibles actualmente; pero, será necesario en caso de llevar a cabo el proyecto, verificar con datos más exactos de Ingeniería si estos servicios alcanzan a cubrir la demanda para la planta.

d) La mano de obra dentro del rango de operadores y ayudantes se encuentra disponible en las "Coloradas" o Río Lagartos. Por otra -- parte la necesidad de tener ingenieros como jefes de turno y para -- supervisión es imperante en este tipo de planta.

e) Las vías de comunicación disponibles, tanto para el transporte de - materias primas auxiliares como para el producto terminado, son: Marítimas en barcos, cuya carga máxima es de 360 Ton. y terrestres exclusivamente por carretera. La comunicación entre Mérida y "Las Coloradas" se realiza por radio.

f) Tal como quedó mencionado, se estimó que la capacidad de la planta será de 3,000 Ton/año, de la cual entre el 93 y ~~el~~ 95% de consumo - correspondería a Pemex para la fabricación del bromuro de etileno, cu ya planta se encuentra localizada en Coatzacoalcos, Ver., siendo és te por tanto el principal centro de consumo.

El resto de la producción sería absorbida por diversas industrias co mo son laboratorios, farmacéuticos y laboratorios fototécnicos, es- tando situados la mayor parte de ellos en México, D. F.

## CAPITULO IV

### DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE OBTENCION DEL BROMO

#### 1.0. - GENERALIDADES

En la obtención del Bromo de las Salmueras y del agua de mar hay que tener en cuenta cuatro pasos fundamentales que son:

- a) Oxidación de los bromuros presentes en la salmuera como -- bromuros de magnesio.
- b) Separación del vapor del Bromo de la solución
- c) Condensación del vapor o fijación como sal o ácido.
- d) Purificación del producto.

El cloro es el único oxidante empleado actualmente en el paso (a).

La expulsión de los vapores de bromo se hace con una corriente de aire o vapor de agua.

El vapor es adecuado cuando la salmuera bruta es relativamente rica en bromo (0.1% o más) pero el aire es más económico cuando - la fuente es tan diluída como el agua de mar.

Cuando se usa el vapor de agua, puede condensarse el bromo direc- tamente en otro caso es necesario fijar el bromo en una solución - alcalina o reductora. Siempre es necesario hacer una purificación para eliminar el cloro.

#### 2.0. - DESCRIPCION DEL PROCESO PARTIENDO DE LA SALMUERA.

En el Anexo 3.0 Capítulo X se muestra el diagrama de flujo de - obtención del Bromo a partir de la salmuera.

La salmuera bruta es precalentada en el cambiador de calor CX-1 y posteriormente ésta pasa a un condensador CX-2 en el cual se - calentará hasta 90°C, la salmuera pasa a la parte superior de la - torre de cloración TX-1, que contiene un relleno de anillos y está revestida de material resistente; por el fondo del clorador entra - una parte del cloro total, que se utilizará para la reacción con el Bromuro de Magnesio.

La salmuera sale por el fondo del clorador TX-1 y pasa a la torre de expulsión TX-2 por la parte superior donde se hará expulsión - en lluvia mediante una placa distribuidora que reparte a la salmuera uniformemente sobre el empaque; por la parte inferior de esta torre se inyecta vapor de agua y también el resto del cloro, que se introduce a una distancia suficiente por encima de la entrada de vapor, para que no se arrastre nada de cloro en la salmuera.

La salmuera sale de la torre de expulsión TX-2 por la parte inferior y pasa a la parte superior del neutralizador TX-3 donde será neutralizada con cal, sale la salmuera por la parte inferior de este neutralizador y se bombea el cambiador de calor CX-1 para aprovechar su calor y finalmente saldrá del mismo como desecho de salmuera.

Desde la parte superior de la torre de expulsión TX-2 salen los vapores cargados de halógenos a un condensador CX-2 equipo donde será aprovechado el calor de estos gases para el calentamiento final de la salmuera de entrada.

Pasan estos gases condensados a un separador por gravedad TX-4; de la parte superior de este separador salen los gases no condensados que tienen algo de cloro y bromo, los cuales vuelven a la parte inferior de la torre de cloración TX-1 para la recuperación de los halógenos; los gases de halógenos que no se recuperan escapan a la atmósfera; por una salida que se encuentra en la parte superior de la torre de cloración.

La capa de agua procedente del separador por gravedad TX-4 saturada de cloro y bromo vuelve a la parte media de la torre de expulsión TX-2.

El bromo impuro se reúne en el fondo del separador y pasa a través de una trampa a la columna de destilación TX-5 en la cual se separan los hidrocarburos halógenados que salen como residuo en el fondo de la columna y los halógenos libres se desprenden por la parte superior.

Los vapores se reenfían en un condensador de reflujo CX-3 donde el cloro y bromo se separan, el cloro regresa a la torre de expulsión y el bromo pasa a una columna de fraccionamiento TX-6 para su rectificación final donde el bromo sale por el fondo de esta columna y el cloro, que sale por la parte superior se regresa a la torre de expulsión TX-2.

En la torre de fraccionamiento se tiene también un condensador - de reflujo CX-4 para hacer una recirculación de bromo a la columna.

Notas al proceso.

Aunque la salmuera bruta es casi neutra contiene pequeñas sustancias reductoras, que reaccionan con el cloro y producen ácido clorhídrico. Esta acidez aminora la hidrólisis del bromo y aumenta la eficiencia de la expulsión con vapor.

El ácido tiene que neutralizarse después para evitar la corrosión excesiva del cambiador y de la bomba.

El proceso se controla, regulando la temperatura y presión en las torres, la temperatura, el PH, el contenido de halógenos de la salmuera saliente, y el potencial de oxidación de la mezcla de halógenos, que salen de la torre de expulsión. Puesto que el cloro es una oxidante más potente que el bromo.

El potencial de oxidación da una buena medida del exceso de cloro. Si bien es necesario mantener un exceso moderado para el buen rendimiento, el desperdicio de cloro es pequeño el sobrante se devuelve continuamente a las torres y la cantidad consumida es esencialmente la necesaria para desplazar el bromo del bromuro y reaccionar con sustancias reductoras.

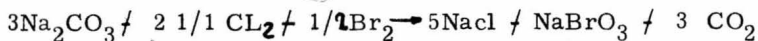
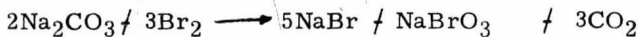
3.0. - DESCRIPCION DEL PROCESO PARTIENDO DEL AGUA DE MAR (SEPARACION DEL BROMO CON AIRE) Y SU DIAGRAMA. APEN DICE 4.0. CAPITULO X.

El agua de mar se bombea hasta la parte superior de una torre de ladrillo y hormigón de unos 18 m. de altura en la que se realiza - la expulsión, durante su ascenso a la torre se introducen en la tubería 1.3 kg. de ácido sulfúrico de 10% de concentración por cada tonelada de agua y 15% de exceso de cloro sobre el necesario teóricamente. El ácido sirve para neutralizar los bicarbonatos del agua, además reduce el PH a 3.5 e impide las pérdidas de cloro o de bromo por hidrólisis, la tubería por la cual asciende el agua está revestida interiormente con caucho y también las tuberías para inyectar el ácido y el cloro.

En la parte superior de la torre hay una serie de cajas distribuidas, que dividen la solución en gran número de corrientes pequeñas.

Estas descienden por cámaras paralelas, que contienen un relleno de trozos de madera, y el bromo libre es cedido a una contracorriente de aire espreado en la base de la torre. El aire caliente - pasa por una torre de absorción en la cual son absorbidos los halógenos por una solución de carbonatos sódicos.

Reacciones:

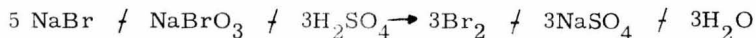


Esta torre está dividida en compartimientos verticalmente paralelos cada uno con su sistema circulante propio para absorber el líquido hasta agotarlo; luego pasa sucesivamente por los otros hasta que al final se lava con una solución fresca. Una cámara pequeña con relleno de trozos de madera sirve para eliminar del aire - las gotitas del líquido que contiene antes de ser finalmente expulsado por los ventiladores.

Dentro de cada compartimiento la solución de carbonato de sodio entra por cierto número de boquillas en la parte superior y cae por -

gravedad en un depósito, que hay en el fondo, desde el cual se bombea de nuevo a las boquillas. Cuando la alcalinidad es demasiado baja se traslada la solución a un tanque de almacenamiento y se trata con ácido sulfúrico y pone en libertad al bromo.

Reacción



El bromo es expulsado con vapor y se condensa como se ha descrito anteriormente.

La cantidad de cloro añadido al agua entrante se controla midiendo el potencial de oxidación con un electrodo de platino. El potencial se mantiene en 0,88 y 0,97 voltios con respecto a un electrodo saturado de calomel.

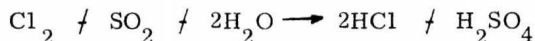
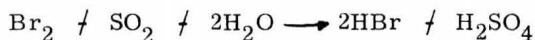
Instrumentos automáticos, registradores y de control regulan la cantidad de ácido añadida.

Por análisis químico se determina el contenido de bromo del agua, que sólo varía entre 5 y 15 mg. de bromo por litro, según la temperatura y rapidez de bombeo.

La modificación consiste en reemplazar la absorción con carbonato de sodio por una reducción de halógenos con anhídrido sulfuroso.

La modificación que a continuación se describe quedó representada en el apéndice No. 4.0. **CAPITULO X**

Reacciones:



El aire procedente de la torre de expulsión del bromo es pasado a una cámara mezcladora, a la cual se añade anhídrido sulfuroso y vapor de agua, ambos en ligero exceso. El aire con la mezcla de ácidos se traslada a una torre de expulsión con vapor, en la cual el bromo del HBr es puesto en libertad con cloro.

La mezcla de ácido clorhídrico y sulfúrico producida se emplea para la acidificación inicial del agua de mar.

Materiales de construcción de equipo.

En general las partes de instalación, que entran en contacto con los halógenos húmedos son de material cerámico.

Las tuberías de vidrio y de barro cocido se usan también con frecuencia o bien recubiertos con saran.

El metal tántalo se usa en particular para los condensadores. Los halógenos secos suelen manejarse con equipo de plomo o revestido de plomo.

Para tanques grandes u otros recipientes se usa la construcción de ladrillo o de granito.

La planta está construída de tal modo que no es necesario bombear los halógenos húmedos ni el bromo. Sin embargo el cloro se maneja a presión.

El paso del cloro del vapor de agua y la salmuera se mide con medidores de orificio y se registra automáticamente.

Por otra parte se recupera aproximadamente el 96% de la salmuera bruta.

#### 4.0. -SELECCION DEL PROCESO

Como ya se especificó en el Capítulo III que en la actualidad en "Las Coloradas" en Mérida, Yucatán se encuentra en explotación la sal - partiendo de la salmuera del agua de mar; y considerando el hecho de que se cuenta con la materia prima en capacidad suficiente que cubre nuestra necesidad de acuerdo a la capacidad de planta establecido de 2,000 toneladas/año de bromo líquido éstos y otros factores que a continuación se enuncian nos determinan que el proceso de obtención se hará partiendo de la salmuera.

Factores que determinen la selección del proceso:

- a) Materia prima disponible por tiempo indefinido (evaporadores naturales al sol).
- b) Facilidad de transporte de los materiales auxiliares (cloro y cal)
- c) Bajo consumo de energía, por manejar volúmenes pequeños en relación con el proceso de obtención partiendo del agua de mar.
- d) Bajo costo de servicios en relación con el proceso de obtención partiendo del agua de mar descrito en el Capítulo IV inciso 3.0.
- e) Esta misma materia prima es aprovechada para la obtención de sal (proceso que en la actualidad se lleva a cabo).
- f) Manejamos una mayor cantidad de bromo en volúmenes pequeños no así cuando se parte del agua de mar.



CAPITULO V

1.0. - ANALISIS DE LA SALMUERA

Nacl	77.000%
Ngcl <sub>2</sub>	9.400%
NaCO <sub>3</sub>	0.300%
MgBr <sub>2</sub>	0.783%
Otros	<u>12.517%</u>
TOTAL:    ±	100.00 %

La composición de la salmuera reportada corresponde al 3.8% de sólidos contenidos en el agua de mar.

La salina Los Colorados tienen

7 Kg Bromo/M<sup>3</sup>

2.0. - BALANCE DE MATERIALES

Datos:

Capacidad de la planta = 2,000 Ton/año de Bromo operación continua: 24 Hrs/día, 330 días/año

Eficiencia de recuperación de bromo = 900%

Base de cálculo:

$$W = \frac{2,000 \text{ Ton} \times 1 \text{ año} \times 1 \text{ día} \times 1,000 \text{ Kg}}{\text{Año } 330 \text{ días } 24 \text{ Hrs } \text{ Ton}} = 252.525 \text{ Kg/Hr.}$$

Sea:

$$W = 253 \text{ Kg/Hr de Bromo}$$

Por tanto cantidad de salmuera

$$V = \frac{253 \text{ Kg/Hr}}{7 \text{ Kg} \times 0.9} = 40.1586 \text{ M}^3/\text{HR}$$

$$W^2 = 40.1586 \times 1.03 = 41.5633 \text{ Ton/Hr}$$

Sólidos en suspensión:

$$\text{NaCl} = 0.77 \times 41.3633 = \text{Ton/Hr } 31.8497$$

$$\text{MgCl}_2 = 0.094 \times 41.3633 = 3.8881$$

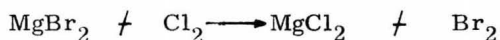
$$\text{CaCO}_3 = 0.003 \times 41.3633 = 0.1240$$

$$\text{MgBr}_2 = 0.00783 \times 41.3633 = 0.3238$$

$$\text{Otros} = 0.1251 \times 41.3633 = \underline{5.1745}$$

$$\text{TOTAL} = 41.3601 \approx 41.3633$$

Balance de cloro en la torre de cloración TX-1 Y  
torre de expulsión TX-2



Cloro Teórico

$$\text{Cl}_2 = \frac{71 \times 0.3238}{184.14} = 0.1248 \text{ Ton/Hr}$$

$$\text{MgCl}_2 = \frac{95.22 \times 0.3238}{184.14} = 0.1674 \text{ Ton/Hr}$$

$$\text{Br}_2 = \frac{159.82 \times 0.3238}{184.14} = 0.281 \text{ Ton/Hr}$$

Cloro exceso 7.4% del teórico

$$\text{Cl}_2 = 0.1248 \times 0.074 = 0.0092 \text{ Ton/Hr}$$

Cloro total

$$\text{Cl}_2 = 0.1248 \cdot 0.0092 \hat{=} 134 \text{ Kg/Hr}$$

Cloro para la torre de cloración TX-1

$$\text{Cl}_2 = 134 \times 0.3 = 40.2 \text{ Kg/Hr}$$

Cloro para la torre de expulsión TX-2

$$\text{Cl}_2 = 93.8 \text{ Kg/Hr}$$

Cloro que se pierde en el proceso = 4 Kg/Hr a la atmósfera

Cloro que se pierde en el proceso en la salmuera por formación de HCL.

Se considera que el 3.5 del cloro total reacciona con los reductores de la salmuera y forma ácido clorhídrico.

$$139 \times 0.035 \hat{=} 5 \text{ Kg/Hr}$$

Balace de óxido de calcio (CaO) reacción en el netralizador TX-3



$$\text{CaO} = \frac{5 \times 56}{73} = 3.835 \text{ Kg/Hr} \quad \hat{=} 4 \text{ Kg/Hr}$$

$$\text{CaCl}_2 = \frac{5 \times 111}{73} = 7.6 \text{ Kg/Hr}$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{5 \times 18}{73} = 1.23 \text{ Kg/Hr}$$

R E S U M E N  
BALANCE TOTAL

<u>ALIMENTACION</u>		<u>S A L I D A</u>	
<u>Compuesto</u>	<u>KGS/HR</u>	<u>Compuesto</u>	<u>KGS/HR</u>
NaCl	31,849.7	NaCl	31,849.7
MgCl <sub>2</sub>	3,888.1	MgCl <sub>2</sub>	4,055.5
CaCO <sub>3</sub>	124.0	CaCO <sub>3</sub>	124.0
MgBr <sub>2</sub>	323.8	Br <sub>2</sub> (en salmuera)	28.0
Otros	5,174.5	Br <sub>2</sub> (producto)	253.0
Cloro	134.0	Cloro	4.0
CaO	3.835	CaCl <sub>2</sub>	7.6
		H <sub>2</sub> O	1.23
		Otros	5,174.5
T O T A L:	41,497.935		41,497.53

La pequeña cantidad de óxido de calcio se debe a que la sal es casi neutra y casi no requiere ser neutralizado.

Por tanto puede o no ponerse netralizador sin embargo queda incluido por medida de seguridad debido a que la salmuera no puede presentar una com posición uniforme de reductores que reaccionen con el cloro para formar el ácido clorhídrico.

3.0. - TERMODINAMICA DE LA REACCION

Como se mencionó anteriormente, el bromo es obtenido a partir de salmuera en donde se encuentra principalmente como Bromuro de magnesio. Haciéndose reaccionar éste con cloro para obtener cloruro de magnesio y bromo como producto.



Con el fin de determinar si esta reacción es ~~exot~~otérmica y si es posible efectuarse serán calculados los calores de reacción y la energía libre de reacción en base a los siguientes datos:

TABLA No. 3.1

<u>Compuesto</u>	<u>P. M.</u>	<u>C. P.</u>	<u>H</u>	<u>F</u>
Cl <sub>2</sub>	70,9	8,56	0	0
MgBr <sub>2</sub>	184,14		- 106	- 97,8
MgCl <sub>2</sub>	95,22	19,26	- 112	- 102,2
Br <sub>2</sub>	159,82	9,0	0	0

Donde:

PM = peso molecular

CP = calor específico Cal/Gr mol °C

H = calor de formación Kcal/Mol

F = energía libre de formación Kcal/Mol

De acuerdo con la ecuación

$$H_r = (H)_p - (H)_r \dots\dots (1)$$

Donde Hr es el calor de reacción, el cual se determina a partir de la suma de los calores de formación de los productos menos el calor de formación de los reactantes. Sustituyendo los valores de la Tabla No. 3.1 en la ecuación No. 1 se tiene

$$Hr = -112 \quad / \quad 106$$

$$Hr = - 6.0 \quad \text{Kcal/Mol}$$

Del valor obtenido se deduce que la reacción es exotérmica liberando la cantidad de calor indicada por mol de producto.

Para determinar la posibilidad de verificación de la reacción utilizamos la siguiente ecuación:

$$Fr = (F)p - (F)r \quad \text{--- (2)}$$

Donde Fr es la energía libre de reacción, y es obtenida a partir de la suma de las energías libres de formación de los productos menos la energía libre de formación de los reactantes. Sustituyendo los valores de la Tabla No. 3.1 en la ecuación No. 2 tenemos:

$$Fr = -102.2 \quad / \quad 97.3$$

$$Fr = - 4.4 \quad \text{Kcal/Mol}$$

Este valor determina que la reacción se verifica en forma espontánea. Pero los valores obtenidos de calor de reacción y energía libre de reacción han sido determinados a partir de condiciones estándar, con objeto de determinar la temperatura mínima a la cual se verifica la reacción se obtendrá la temperatura de equilibrio de la reacción por medio de las ecuaciones siguientes.

$$Fr_{297} = F_{298} \quad / \quad 0.0034 (Hr_{298}) \quad \text{--- (3)}$$

$$Fr = A \quad / \quad BT \quad \text{--- (4)}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación No. 3 se tiene:

$$Fr_{297} = - 4.42 \quad \text{Kcal/Mol}$$

En la ecuación No. 4 se sustituyen los valores para las dos temperaturas y se tiene un sistema de dos ecuaciones:

$$Fr_{298} - A / 298 B = - 4,400$$

$$Fr_{297} - \frac{A}{297} B = - 4,420$$

$$B = 20$$

$$A = -10,360$$

En el equilibrio

$$Fr = A / BT = 0$$

Por lo tanto

$$Teq = \frac{A}{B} = \frac{10,360}{20} = 518^{\circ}K = 245^{\circ}C$$

Con este dato y debido a que la temperatura crítica del Bromo es de  $311^{\circ}C$  se considerará una temperatura de operación de  $260^{\circ}C$ .

#### 4.0. -EQUIPO DE PROCESO

En base a la capacidad de la planta establecida de 2,000 Ton. Bromo/año se hace el estimado del equipo bajo las siguientes bases:

- a) La mayor parte del proceso deberá llevarse a cabo utilizando la energía potencial para evitar al mínimo movimiento de materiales con el menor número de equipo debido al alto costo por el tipo de materiales con los que debe ser construido.
- b) En base al inciso (a) la distribución del equipo en la planta deberá ser tal que permita lo antes expuesto.
- c) La velocidad de la salmuera en tuberías se encuentra entre 5 y 8 pies por segundo.

5.0. - MATERIALES DE CONSTRUCCION CONSIDERACIONES GENERALES.

- a) Bombas todas de bronce del tipo inatascable.
- b) Empaque de la torre de cloración y expulsión deberán ser de materiales cerámicos.
- c) Tuberías recubiertos con saran o bien otro recubrimiento me nos costoso que el mencionado.
- d) Condensadores de metal tántalo
- e) Para el equipo que maneje Halógenos secos deberán tener re cubrimiento de plomo o ser de este material.
- f) Tanques construcción en ladrillo o granito.



## CAPITULO VI

### ESTUDIO ECONOMICO

La evaluación del proyecto se llevará a cabo por medio de dos métodos presentándose sus ventajas y desventajas de las cuales adolecen ambos métodos y concientes de estas desventajas los datos que nos aporte el estudio económico nos llevará a la conclusión de viabilidad de realización del proyecto.

- a) El método del punto de equilibrio
- b) El método de beneficio actualizado

a). - Teoría sobre el método del punto de equilibrio

El principal objetivo de este método es determinar los niveles - más bajos de producción y de precios a los que la empresa puede funcionar sin poner en peligro su viabilidad financiera.

Desde luego se debe especificar el período adoptado para el estudio del punto de equilibrio, éste es, corto o largo plazo, puesto que ciertos gastos considerados como constantes en un caso, -- pueden ser variables en el otro.

**Ingresos:**

Los ingresos se derivan de la venta del producto.

**Costos:**

**Fijos.** - Independientemente de la producción real

**VARIABLES.** - Directamente relacionados con el monto producido.

Los costos fijos se pueden desglosar en dos tipos de gastos:

**Cargos por depreciación.** - Partidas anuales que representan el costo de las inversiones hechas en períodos anteriores sin embargo estos cargos no corresponden a pagos reales en efectivo hechos por la empresa.

Erogaciones de Estructura. - Relacionadas más con la capacidad productiva de la empresa que con el nivel real de producción. Incluyen salarios y emolumentos del personal administrativo y de supervisión, así como gastos generales propiamente dichos. Alquileres, impuestos no ligados con las utilidades o con la magnitud de las ventas, gastos de comercialización en algunos casos, cargos financieros etc. - estas erogaciones corresponden a pagos reales en efectivo vinculados con la existencia misma de la empresa.

Los costos variables se relacionan directamente con la producción:

Los costos de los insumos de mano de obra, materias primas, materias auxiliares, servicios, etc. dada cierta capacidad productiva, - dependen sólo del nivel real de producción.

Es claro que clasificar los costos fijos y variables es con frecuencia arbitrario y dependen sobre todo del período considerado. La cantidad de equipo puede variar a largo plazo y el costo de la depreciación puede disminuir o aumentar a largo plazo y el costo de la depreciación fijo a corto plazo, se torna variable en el período largo. Así el valor numérico diferirá de acuerdo con el lapso de tiempo --elegido.

Métodos de cálculo del punto de equilibrio.

1. - Método analítico

2. - Método gráfico

1. - Método analítico

Sea:

P    =   Producción anual en Tons.

PV   =   Precio de venta unitario en \$/Ton

GF   =   Gastos fijos anuales en \$

GV   =   Gasto variable por unidad producida en \$/Ton.

PE   =   Punto de equilibrio en Tons/Año

PM = Precio de venta mínimo \$/Ton.

MS = Margen de seguridad de que disponer la empresa respecto a un cambio en la demanda o variación de la producción en %.

MC = Margen de seguridad respecto a los precios en %.

Punto de equilibrio

$$PV \times PE = GF + (GV \times PE)$$

$$PV \times PE - GV \times PE = GF$$

$$PE (PV - GV) = GF$$

$$PE = \frac{GF}{PV - GV} \text{ TONS/AÑO}$$

Si el precio de venta disminuye la empresa obtendrá utilidades - mientras el precio no baje hasta el valor determinado por la siguiente ecuación:

$$P \times PM = GF + (GV \times P)$$

$$PM = \frac{GF + GV \times P}{P} \text{ \$/TON.}$$

En caso de que hubiera un cambio de la demanda del producto - y en vista de variaciones de la producción, el margin de seguridad de que dispone la empresa (siempre que permanezcan iguales todos los demás factores incluido el precio) es:

$$MS = \frac{P - PE}{P} \times 100 \%$$

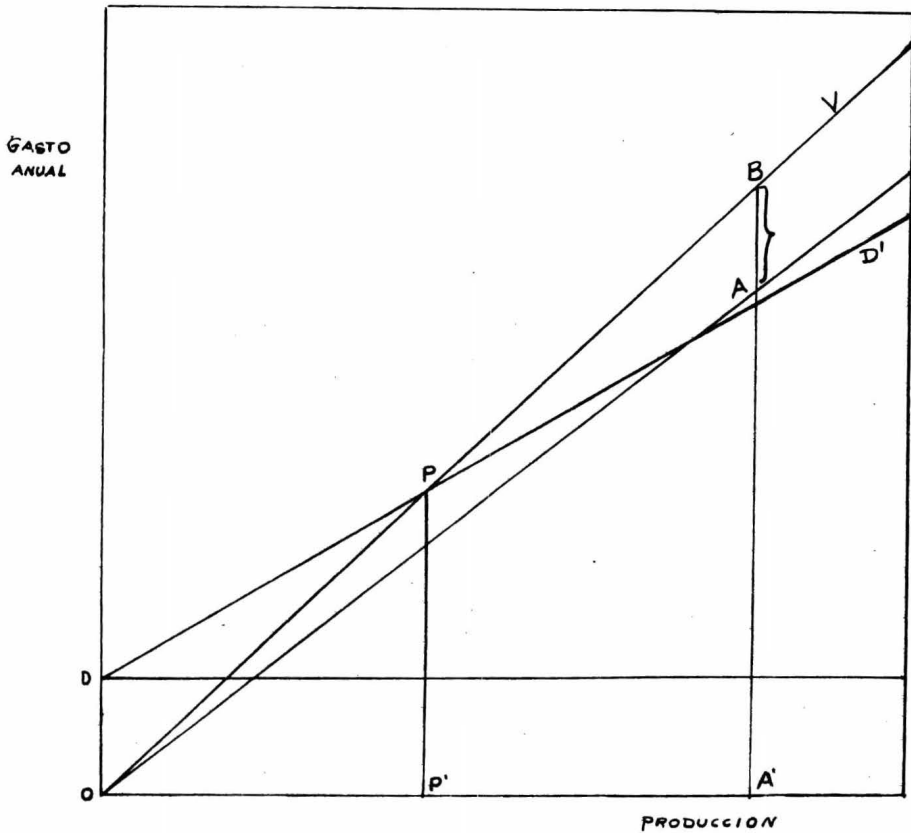
El margen de seguridad respecto a cambios de los precios es de:

$$MC = \frac{PV - PM}{PV} \times 100 \%$$

2 - Método gráfico

Este método consiste en llevar los datos obtenidos de costos e ingresos a una gráfica y determinar por éste método el punto de equilibrio, el precio mínimo de venta y el beneficio anual de la siguiente manera:

Considérese la siguiente gráfica



La recta  $DD^1$  representa los gastos totales y su pendiente indica el costo variable por unidad producida.

OD la ordenada al origen muestra el costo fijo total.

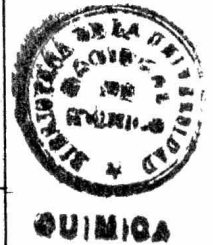
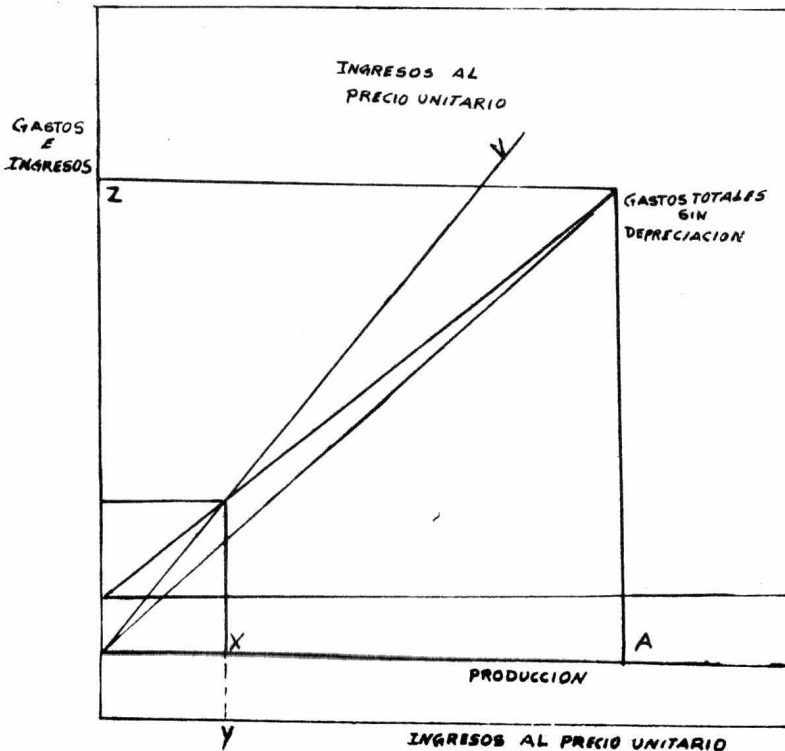
La recta OV representa las ventas y su pendiente indica el precio unitario de venta.

El punto de equilibrio se localiza en la intersección de las rectas  $DD^1$  y OV.

La pendiente de la recta OA indica el precio mínimo de venta con el cual la empresa ni gana ni pierde, el punto representa la producción normal del año considerado.

El beneficio anual está representado por el segmento AB.

Cabe identificar una segunda gráfica al punto de equilibrio en el que no se tiene en cuenta la amortización. En este caso, se supone que sólo los costos de operación representan pagos en efectivo. La imposibilidad de hacerles frente significa que debe cesar la producción, esta gráfica es denominada como uso del punto de equilibrio para previsiones financieras, representada de la siguiente forma.



Esta gráfica nos permite analizar lo siguiente:

Con ingresos anuales menores de  $Y$  correspondientes a un precio de venta  $PV$ , la empresa se verá obligada a cerrar ya que no cubrirá sus gastos reales de operación. Por tanto, la producción mínima es de  $X$ .

Con una producción de  $A$  unidades, la empresa tendrá que suspender sus actividades si los ingresos son menores a  $Z$  dado un precio de venta de  $PV$ , donde

$$PV_1 < PV$$

$X$ ,  $Y$  y  $PV$  determinadas gráficamente pueden ser determinadas analíticamente como sigue:

Sea:

$P$  = Producción en Ton/Año

$PV$  = Precio de venta en \$/Ton (el mismo precio que el considerado para el punto de equilibrio).

$GF_f$  = Gastos fijos sin considerar la depreciación.

$GV$  = Gastos variables por unidad producida \$/Ton. (el mismo que fue considerado cuando se calculó el punto de equilibrio)

$$PVX = GF_f + GVX$$

$$X = \frac{GF_f}{PV - GV} \quad \text{Ton/Año}$$

$$Y = XPV \quad \text{\$/Año}$$

$$PV_1 = \frac{GF_f + (GV \times P)}{P} \quad \text{\$/Ton}$$

Como puede observarse es el mismo método seguido anteriormente don de la única variante es considerar a los costos fijos sin incluir la depreciación.

b) Teoría sobre el método de beneficio actualizado.

El método del valor actualizado proporciona un instrumento para comparar diferentes presupuestos de ingresos y gastos reduciéndolos mediante el conocimiento de la tasa de descuento, a una sola cifra que considera el monto total de ingresos y gastos, la pauta temporal a la que se ajustan y la duración del proyecto.

En tales condiciones si

$I$  = Inversión inicial realizada en el año 0

$Y_1, Y_2, \dots, Y_p, \dots, Y_n$  son los ingresos derivados del proyecto en los 1, 2, ..., P, ..., n durante los cuales se va a explotar.

$G_1, G_2, \dots, G_p, \dots, G_n$  son los costos de operación del proyecto durante los años 1, 2, ..., P, ..., n considerados sólo los gastos reales sin depreciación alguna (y sin cargos eventuales por intereses sobre los préstamos - contratados para realizar el proyecto en caso de que la tasa de actualización sea igual a la tasa real sobre préstamos de capital)

$i$  = tasa de actualización.

Entonces el valor presente descontado será:

$$B = \sum_{P=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^P} - I$$

El criterio del beneficio actualizado en ausencia de limitaciones financieras

En sentido estricto, la aplicación del método de descuento supone la existencia de un mercado perfecto de capital que satisfaga las dos condiciones siguientes:

- A la tasa  $i$ , vigente en el mercado siempre es posible obtener crédito por cualquier cantidad o colocar todos los fondos disponibles.

El cálculo del beneficio actualizado supone conocidos los siguientes datos.

- Los ingresos y gastos de inversión y de operación.
- El lapso que abarcaron las estimaciones.
- La tasa de actualización

Los ingresos y los gastos de la empresa se considerarán en el momento en que de hecho se reciban o paguen.

Las inversiones se tendrán en cuenta en el momento de pagar a los obser-  
vedores del equipo. Los cargos por depreciación que aparecen en  
la cuenta de pérdidas y ganancias, pero que no representan realmente  
una salida anual de dinero, se excluirán del renglón de gastos. Incluir  
los significaría actualizar dos veces los gastos de inversión (menos -  
los cargos financieros)

Sea:

i la tasa de actualización de la empresa

I inversión total

F Fondos de la empresa

E préstamo pagadero en "n" años y conseguido a la tasa i

A<sub>p</sub> la anualidad total cubierta por la empresa en el año p.

E<sub>p</sub> pago del principal correspondiente al año p.

J<sub>p</sub> pago de intereses durante el mismo lapso.

Por definición las anualidades son:

$$E = \sum_{p=0}^n \frac{E_p - J_p}{(1+i)^p} = \sum_{p=0}^n \frac{A_p}{(1+i)^p}$$

Si Y<sub>p</sub> y G<sub>p</sub> son, respectivamente, los ingresos y los gastos de opera-  
ción sin contar los cargos financieros del año p el beneficio actualiza-  
do total será:

$$B = \sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} - I$$

$$I = F + E = F + \sum_{p=0}^n \frac{A_p}{(1+i)^p}$$

$$B = \sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p - A_p}{(1+i)^p} - F$$

Esta ecuación muestra claramente que sólo cabe englobar los cargos  
financieros si el gasto correspondiente de inversión inicial no se ha -  
incluido.



Vista la naturaleza imperfecta de los mercados de capital, la tasa de actualización utilizada por la empresa podría no ser igual a la tasa de interés a la que se obtuvo el empréstito para el proyecto.

Se trata ahora de saber si E debe valuarse a la tasa r de intereses del -- mercado o a la tasa de actualización de la empresa. Hay que elegir en -- tre dos fórmulas:

$$B = \sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p}{(1+i)^p} - \sum_{p=0}^n \frac{A_p}{(1+r)^p} - F \quad \text{FORMULA N}^\circ 1$$

$$B = \sum_{p=0}^n \frac{Y_p - G_p - A_p}{(1+i)^p} - F \quad \text{FORMULA N}^\circ 2$$

Si la tasa de interés sobre el préstamo es menor que la tasa de actuali -- zación i lo cual es probable se tiene que:

$$\sum_{p=0}^n \frac{A_p}{(1+r)^p} > \sum_{p=0}^n \frac{A_p}{(1+i)^p}$$

De donde se sigue que la segunda fórmula da un valor actual más eleva -- do. Esto obedece al hecho de que el costo actual de las entregas finan -- cieras futuras a cuenta del préstamo resulta inferior al monto de éste. -- Lógicamente, de acuerdo con los principios de la técnica de actualiza -- ción, hay que concluir que la segunda fórmula es la correcta. No obsta -- nte, la primera se utiliza amenudo, lo que puede justificarse de la siguien -- te manera: Cabe imaginar que la empresa se compone de dos partes, -- una sección industrial y la otra financiera.

La sección industrial utiliza capital proporcionado por la sección finan -- ciera de la empresa, a una tasa de interés única equivalente a la tasa de actualización que juzgue aceptable la directiva de la compañía.

La parte industrial calcula la rentabilidad en función de esta tasa y deter -- mina así sus necesidades de capital.

La diferencia entre las tasas a que se presta y se pide prestado y la ta -- sa de actualización corresponden a ingresos o gastos financieros que no deben intervenir en el cálculo de la rentabilidad de las inversiones de -- la empresa.

V En la realización del Estudio Económico se llevaron a cabo las siguientes consideraciones para la evaluación del proyecto.

a) Ingresos

Los ingresos se derivan de la venta del producto a un precio unitario de 15,125 \$/Ton. (\*) con un incremento de 10% cada 2 años.

b) Costos

Mano de obra. - Un incremento del 16% en cada revisión contrato (anual)

Materia prima. - Un incremento del 10% anual.

Materiales auxiliares. - Un incremento del 10% anual.

Servicios. - Incremento del 5% anual

Supervisión de producción. - Incremento del 10% anual.

Mantenimiento. - Incremento del 10% anual.

c) Gastos

Financieros. - Con un interés del 12% anual sobre saldo insoluto se elaboró el cuadro No. 6.12 de amortización de capital y pago de intereses a 10 años. (Método del beneficio actualizado)

El financiamiento para la evaluación por el método del punto de equilibrio está indicado en el inciso 5.0.

d) Lapso que abarcan las estimaciones.

10 años para el método de beneficio actualizado

10 años para el método de punto de equilibrio

e) La tasa de actualización será del 15%.

(\*) El periódico semanal "Chemical Marketing Reporter" del día 2 de febrero de 1976 reporta un precio de 15,125 \$/Kg. L.A.B. planta E.U.A. lo que significa un incremento del 10% respecto a los precios de 1974, anotados en la Tabla No. 6 inciso 3.0 del Capítulo II.

1.0.- INVERSION REQUERIDA

a) Equipo de operación

<u>No.Equipo</u>	<u>D E S C R I P C I O N</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo \$ M.N.</u>
BX-1	Bomba de salmuera	1	150,000.00
BX-2	Bomba de salmuera	1	150,000.00
CX-1	Cambiador de calor	1	1'500,000.00
CX-2	Condensador	1	1'500,000.00
TX-1	Torre de cloración	1	2'000,000.00
TX-2	Torre de expulsión	1	2'250,000.00
TX-3	Tanque neutralizador	1	157,500.00
TX-4	Separador por gravedad	1	300,000.00
TX-5	Columna de destilación	1	2'079,500.00
CX-3	Condensador de reflujo	1	420,000.00
TX-6	Columna de fraccionamiento	1	1'518,000.00
CX-5	Reboiler de columna de destilación	1	390,000.00
TX-7	Tanque recibidor	1	150,000.00
TX-8	Tanque recibidor	1	72,000.00
CX-6	Condensador	1	150,000.00
CX-4	Reboiler de la columna de fraccionamiento	1	237,000.00
T O T A L (a)		16	13'024,000.00

b) Equipo de servicios

<u>No. Equipo</u>	<u>D E S C R I P C I O N</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo \$ M.N.</u>
TX-9	Tanque de cloro	1	500,000.00
CX-7	Caldera	1	1'500,000.00
TX-10	Torre enfriamiento	1	975,000.00
S-1	Subestación	1	525,000.00
	TOTAL (b)	4	3'500,000.00

c) Accesorios, Instalación y Varios.

<u>Conceptos</u>	<u>\$ Costo ( M. N. )</u>
1) Tubería y accesorios	\$ 6'232,400.00
2) Instrumentación	2'263,720.00
3) Instalaciones electricas	1'675,530.00
4) Edificios y obra civil	3'587,150.00
5) Ingeniería y construcción	8'823,136.00
 SUBTOTAL INSTALACIONES Y SERVI CIOS:	 \$22'781,936.00
 SUBTOTAL FINAL a / b / c	 \$39'305,936.00

d) Imprevistos

El importe de los imprevistos se ha calculado sobre una base correspondiente al 10% del subtotal final del activo fijo lo cual representa: \$3'930,594.00

GRAN TOTAL ACTIVO FIJO: a / b / c / d = \$43'236,530.00

CONSIDERACIONES

Queremos puntualizar que dentro del inciso (a) llamado equipo de proceso, hay algunos conceptos que aparecen dos veces; el motivo de ello no ha sido otro, que el de poder precisar lo más posible el costo de los renglones que forman la inversión.

2.0. - COSTOS DE OPERACION

3.0. - VENTA Y DISTRIBUCION

4.0. - ESTADOS FINANCIEROS ESPERADOS

*de resultados*

Para analizar estos puntos sera necesario referirse a los cuadros  
6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 y 6.9.

CUADRO No. 6.1

DETALLE DE COSTO DE MANO DE OBRA Y SUPERVISION  
24 HORAS OPERACION CONTINUA

<u>I) COSTO DE MANO DE OBRA</u>			<u>PESOS POR AÑO</u>
OPERARIOS	36 TRABAJADORES	A \$80.00 /DIA - 365 DIAS/AÑO	\$1'051, 200.00
<u>MANO DE OBRA</u>			
<u>INDIRECTA</u>	3 PERSONAS	A \$108.00/DIA - 365 DIAS/AÑO	<u>\$ 315, 360.00</u>
		SUBTOTAL:	\$1'366, 560.00
		PRESTACIONES 25%	<u>341, 640.00</u>
		<u>COSTO TOTAL</u> <u>MANO DE OBRA</u>	<u>\$1'708, 200.00</u>
			<hr/> <hr/>
<u>II) SUPERVISION</u>			<u>PESOS POR AÑO</u>
SUPERVISION	4 SUPERVISORES	A \$4, 500.00/MES-12 MESES/AÑO	\$ 216, 000.00
TECNICOS	3 JEFE DE PRO- DUCCION.	A \$9, 000.00/MES-12 MESES/AÑO	\$ 324, 000.00
	2 QUIMICOS	A \$6, 000.00/MES-12 MESES/ANO	<u>\$ 144, 000.00</u>
		SUBTOTAL:	\$ 684, 000.00
		PRESTACIONES 25%	<u>\$ 171, 000.00</u>
		COSTO TOTAL DE SUPERVISION	\$ 855, 000.00
			<hr/> <hr/>

CUADRO No. 6.2

DETALLE DEL COSTO DE SERVICIOS

<u>SERVICIOS</u>	<u>PROMEDIO DE UNIDADES POR AÑO</u>	<u>PESOS POR UNIDAD</u>	<u>PESOS POR AÑO</u>
Agua de enfriamiento	185,715 M. Lts.	\$0.50 / M <sup>3</sup>	\$ 92,857.50
Electricidad	854 MKw	\$0.7 / K w	\$ 597,800.00
V a p o r	135,000 Ton.	\$ 15 / Ton.	\$2'025,000.00
Laboratorios y gastos			\$ <u>40,000.00</u>
<b>TOTAL SERVICIOS</b>			\$2'755,657.50



CUADRO No. 6.3

COSTOS DE PRODUCCION

I. - MATERIA PRIMA Y AUXILIARES.

<u>A R T I C U L O</u>	<u>UNIDADES DE PRO DUCTO POR AÑO</u>	<u>COSTO ANUAL POR UNIDAD.</u>	<u>TOTAL PESOS</u>
(1) Salmuera	327,598 Tons.	\$ 0.50	\$ 163,799.00
(2) Cloro gaseoso	1,062 Tons.	\$3,000.00(*)	\$3'186,000.00
(3) Cal netralizadora	32 Tons.	\$ 350.00(*)	\$ <u>11,201.00</u>
TOTAL DE MATERIA PRIMA:			\$3'361,000.00

(\*) L.A.B. planta las coloradas Yucatán

CUADRO No. 6.4

COSTO DE PRODUCCION

MILES DE PESOS

I) <u>Variable</u>	<u>1er. Año</u>	<u>2o. Año</u>	<u>3er. Año</u>	<u>4o. Año</u>	<u>5o. Año</u>
Materias primas	\$ 3,361	\$ 3,697	\$ 4,067	\$ 4,774	\$ 4,921
Mano de obra total	\$ 1,709	\$ 1,982	\$ 2,300	\$ 2,668	\$ 3,095
Materiales en general	\$ 18	\$ 16	\$ 16	\$ 18	\$ 18
Servicios	\$ 2,756	\$ 2,893	\$ 3,038	\$ 3,190	\$ 3,350
Impuestos facturación	\$ 1,210	\$ 1,331	\$ 1,331	\$ 1,344	\$ 1,344
Impuestos (Infonavit)	\$ 20	\$ 22	\$ 24	\$ 26	\$ 28
Otros	\$ 68	\$ 71	\$ 74	\$ 77	\$ 80
Total costos variables:	<u>\$ 9,142</u>	<u>\$10,012</u>	<u>\$10,850</u>	<u>\$12,097</u>	<u>\$12,836</u>
II) <u>F i j o s</u>					
Mantenimiento	\$ 965	\$ 1,061	\$ 1,167	\$ 1,284	\$ 1,413
Supervisión de producción	\$ 855	\$ 992	\$ 1,151	\$ 1,335	\$ 1,548
Administración general de la planta	\$ 525	\$ 562	\$ 602	\$ 644	\$ 689
Depreciación (10.0% de la inversión)	\$ 4,324	\$ 4,324	\$ 4,324	\$ 4,324	\$ 4,324
Impuestos (Infonavit)	\$ 17	\$ 18	\$ 20	\$ 21	\$ 23
Total costos fijos	\$ 6,686	\$ 6,957	\$ 7,264	\$ 7,608	\$ 7,997
Total costo de producción	\$15,828	\$16,969	\$18,114	\$19,705	\$20,833

4

CUADRO No. 6.5

CONCEPTO	<u>MERCADO POTENCIAL</u>				<u>PROYECCION DE VENTAS</u>					
	1 9 7 7		1 9 7 8		1 9 7 9		1 9 8 0		1 9 8 1	
	VOL TON	Valor (000\$)	VOL TON	Valor (000\$)	VOL TON	Valor (000\$)	VOL TON	Valor (000\$)	VOL TON	Valor (000\$)
Consumo Nacional	138.624	2,096.688	148.122	2,464.380	157.621	2,622.420	167.119	3,058.445	176.617	3,232.268
Producción etilen dibromo	1,371.321	20,741.230	1,400.644	23,303.215	1,429.967	23,791.076	1,459.290	26,706.466	1,488.613	27,243.106
TOTAL:	1,509.945	22,837.918	1,548.766	25,767.595	1,587.588	26,413.496	1,626.409	29,764.911	1,665.230	30,475.374
Exportación potencial o producción otros de rivados	490.055	7,412.082	451.234	7,507.406	412.412	6,861.505	373.391	6,837.089	334.770	6,126.626
GRAN TOTAL	2,000.000	30,250.00	2,000.000	33,275.000	2,000.000	33,275.000	2,000.000	36,602.000	2,000.000	36,602.000

Precio de venta Bromo = 15.125 \$/Kg. reportado en el pe  
riódico semanal "Chemical Marketing Reporter" del día -  
2 de febrero de 1976 - incremento 10% cada dos años.

CAPITAL DE TRABAJO

	UNIDADES EN (000\$)				
	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>
Efectivo en caja	153	168	185	204	224
Cuentas por cobrar (45 días de venta)	3,735	4,140	4,140	4,500	4,500
Productos terminados (15 días de venta)	1,245	1,380	1,380	1,500	1,500
<b>I n v e n t a r i o s</b>					
Materias primas(15 días)	153	168	185	204	224
Subtotal capital de trabajo	5,286	5,856	5,890	6,408	6,448
Cuentas por pagar (60 días de materias primas)	552	607	641	735	775
<b>T o t a l</b> Capital de trabajo neto	<b>4,734</b>	<b>5,249</b>	<b>5,249</b>	<b>5,673</b>	<b>5,673</b>

CUADRO No. 6.7

RESUMEN DEL ESTUDIOS ECONOMICO

UNIDADES (000\$)

		ANOS				
		1	2	3	4	5
Resumen de utilidades.	Ventas netas	30,250	33,275	33,275	36,602	36,602
	Costo variable -Planta anual	9,142	10,012	10,850	12,097	12,836
	Costo fijo de la Planta	6,686	6,957	7,264	7,608	7,997
	Utilidad a nivel de la Planta	14,422	16,306	15,161	16,897	15,769
	Gastos a nivel de operación y Finanzas	4,196	4,343	4,504	4,677	4,868
	Utilidad a nivel de operación	10,226	11,963	10,657	12,220	10,901
Resumen de Caja	Fondos necesarios de capital	43,237	43,237	43,237	43,237	43,237
	Capital de trabajo	4,734	515		424	
	Capital total empleado	47,971	48,486	48,486	48,910	48,910
	Utilidad de operación	10,226	11,963	10,657	12,220	10,901
	Impuesto Sobre la Renta y Participación de Utilidades 45%	4,602	5,383	4,796	5,499	4,906
	Depreciación	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324
	Crédito utilizado	1,907	1,907	1,907	1,907	1,907
	T o t a l	8,041	8,997	8,278	9,138	8,412
	Efectivo generado acumulado	8,041	17,038	25,316	34,454	42,866
Detalle de costos y Gastos	Materias primas	3,361	3,697	4,067	4,774	4,921
	Servicios	2,756	2,893	3,038	3,190	3,350
	Costo Mano de obra total	1,709	1,982	2,300	2,668	3,095
	Varia - Impuesto facturación	1,210	1,331	1,331	1,344	1,344
	ble Infonavit	20	22	24	26	28
	Planta Otros	86	87	90	95	98
	T o t a l	9,142	10,012	10,850	12,097	12,836
	Mantenimiento	965	1,061	1,167	1,284	1,413
	Costos Fábrica general	525	562	602	644	689
	fijos Depreciación	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324
	Planta Infonavit	17	18	20	21	23
	Mano de obra	855	992	1,151	1,335	1,548
	T o t a l	6,686	6,957	7,264	7,608	7,997
Gastos administración	746	777	810	843	879	
Gastos Ventas	1,161	1,277	1,405	1,545	1,700	
Financieros intereses	2,289	2,289	2,289	2,289	2,289	
T o t a l	4,196	4,343	4,504	4,677	4,868	

CUADRO No. 6.8

ESTADOS FINANCIEROS ESPERADOS

(a) ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

AÑOS	UNIDADES EN (000\$)				
	<u>1o.</u>	<u>2o.</u>	<u>3o.</u>	<u>4o.</u>	<u>5o.</u>
VENTAS NETAS	30,250	33,275	33,275	36,602	36,602
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	15,828	16,969	18,114	19,705	20,833
UTILIDAD A NIVEL DE PLANTA	14,422	16,306	15,161	16,897	15,769
GASTOS:					
VENTA Y ADMINISTRACION	1,907	2,054	2,215	2,388	2,579
FINANCIEROS	2,289	2,289	2,289	2,289	2,289
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	10,226	11,963	10,657	12,220	10,901
IMPUESTOS Y REPARTO DE UTILIDADES 45%	4,602	5,383	4,796	5,499	4,906
UTILIDAD NETA	5,624	6,580	5,861	6,721	5,995
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	10,226	11,963	10,657	12,220	10,901
% ACTIVO FIJO BRUTO	23.65	27.66	24.64	28.26	25.21
% ACTIVO FIJO NETO	21.07	24.65	21.96	25.18	22.46
UTILIDAD NETA % DE VENTAS NETAS	18.59	19.77	17.61	18.51	16.37

CUADRO No. 6.9

(b) BALANCE GENERAL PROFORMA

MILES DE PESOS		PRIMER AÑO DE OPERACION	
<u>ACTIVO</u>		<u>PASIVO</u>	
Circulante:		Circulante:	
Cajas y Bancos	153	Proveedores y crédito a corto plazo	552
Clientes y Documentos por cobrar	3,735	Diferido:	
Inventarios:		Crédito por maquinaria	8,262
Materias primas	153	Crédito Bancario	10,809
Producto terminado	1,245	<u>Suma de Pasivo</u>	19,623
TOTAL	5,286		
<u>ACTIVO FIJO</u>		<u>CAPITAL</u>	
Terreno y edificios	3,587	Capital Social	24,165
Maquinaria e Instalaciones.	39,650	Reservas	4,735
TOTAL	43,237	Capital Contable	28,900
<u>SUMA DEL ACTIVO</u>	48,523	<u>SUMA PASIVO Y CAPITAL</u>	48,523

5.0. - FINANCIAMIENTOS REQUERIDOS

El financiamiento del monto total del equipo, que asciende a - \$16'524,000.00 se ha dispuesto llevarlo a cabo de la siguiente forma:

De la forma que suministre el equipo se obtendrá el 50% del - total, dicha cantidad se pagará en 10 años con un interés de un 12% anual.

Por otra parte se solicitará un crédito bancario por el 25% de la inversión total que asciende a \$43'236,530.00 el cual representa una cantidad de \$10'809,132.00. Dicho crédito bancario se destinará a financiar la instalación del equipo.

Del total, del crédito utilizado \$19'071,000.00 se pagará un interés de un 12% anual siendo por tanto el importe de dicho inte-res de \$2'288,520.00.

La amortización del capital tomado a préstamo se realizará - en 10 años con una cuota anual de un 10% de dicho capital.

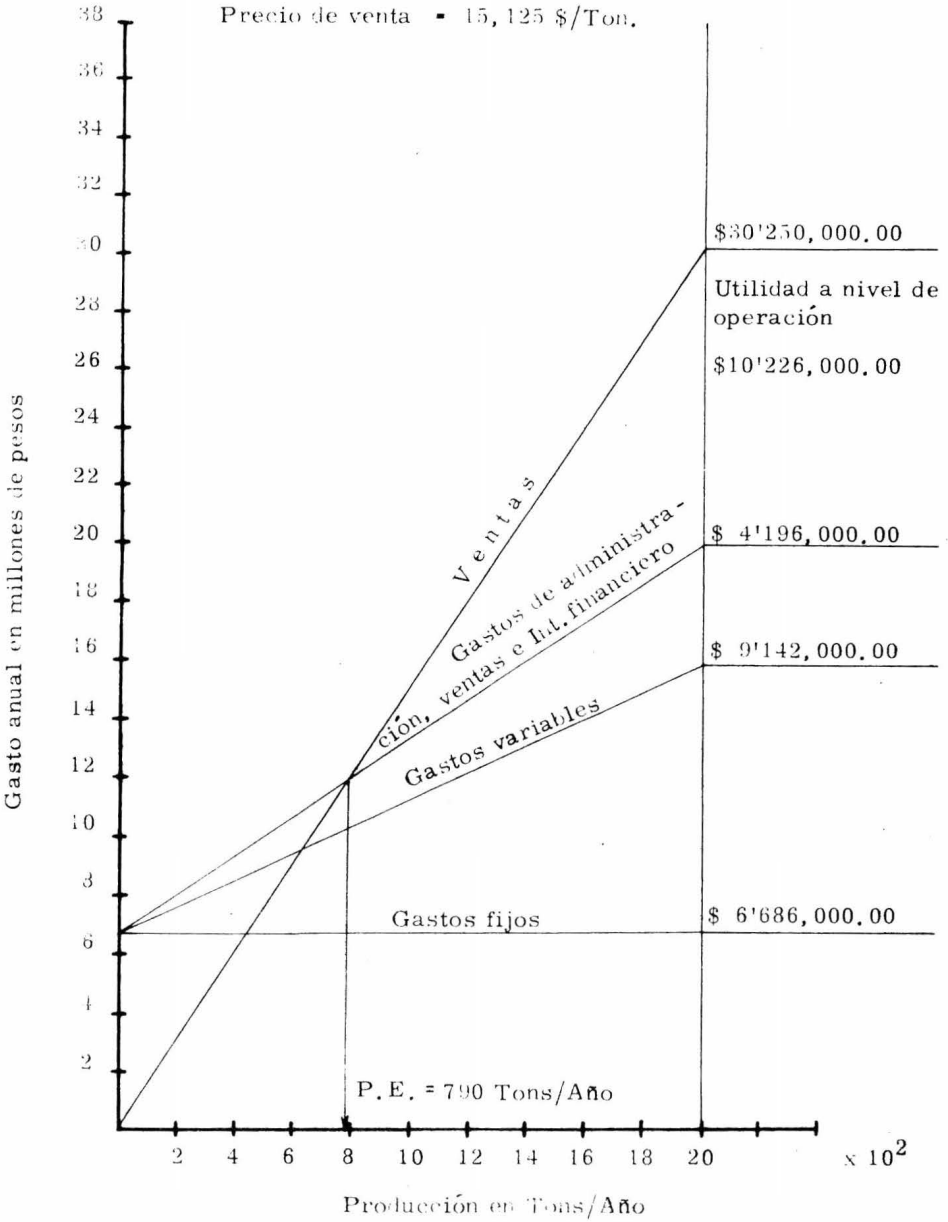


#### 6.0. -PUNTOS DE EQUILIBRIO

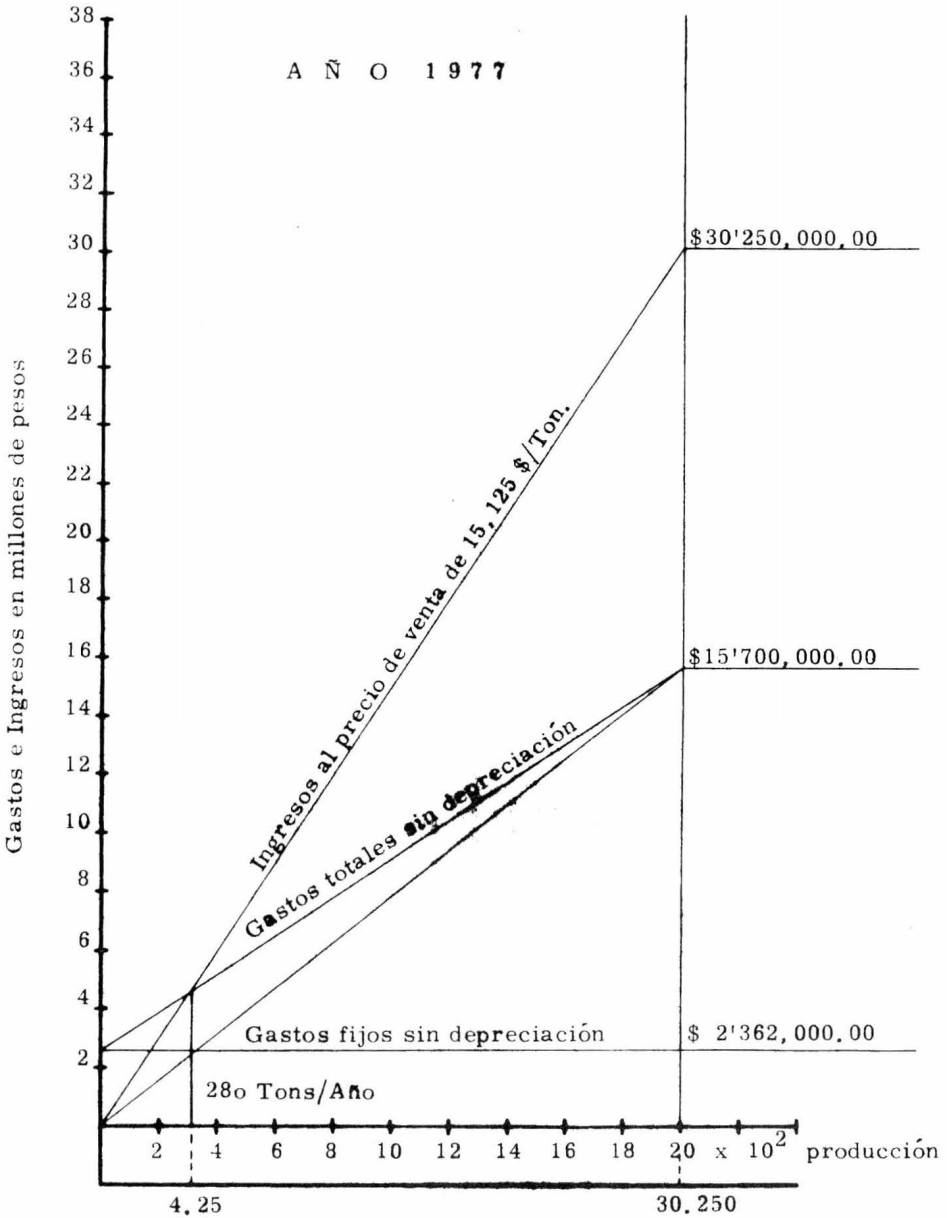
Se presentan las Gráficas No. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5, en las cuales se muestran los puntos de equilibrio de producción para -- los años 1977, 1978, 1979, 1980 y 1981.

Las Gráficas No. 6.11, 6.22, 6.33, 6.44 y 6.55 nos proporcionan el punto de equilibrio para previsiones financieras.

El cuadro No. 6.10 nos proporciona el análisis completo de las -- gráficas 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 y el cuadro No. 6.11 el de las gráficas 6.11, 6.22, 6.33, 6.44 y 6.55.

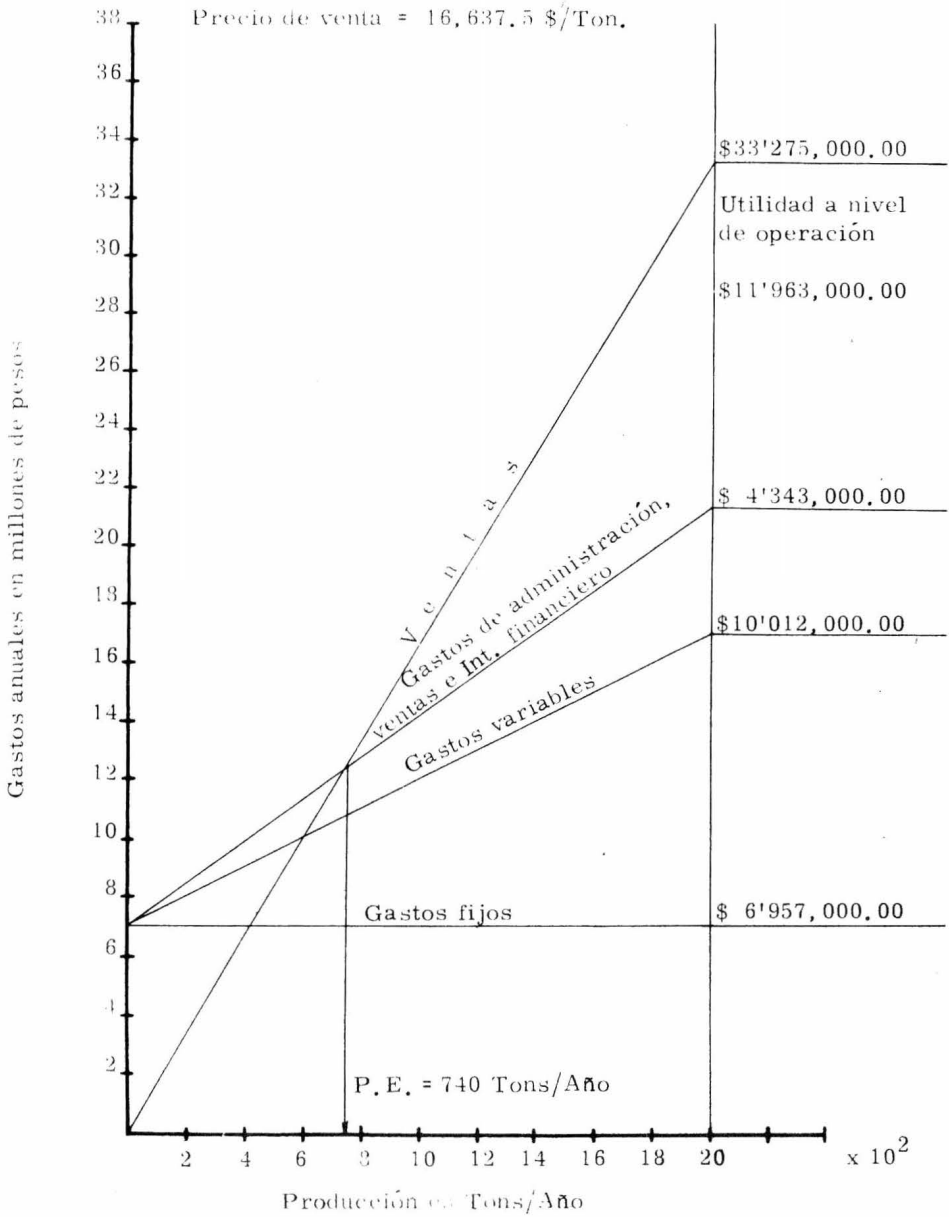


Punto de equilibrio 1977		
Fac. de Química	U. N. A. M.	
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.	
Bromo Líquido	Graf. 6.1	Rev. 1

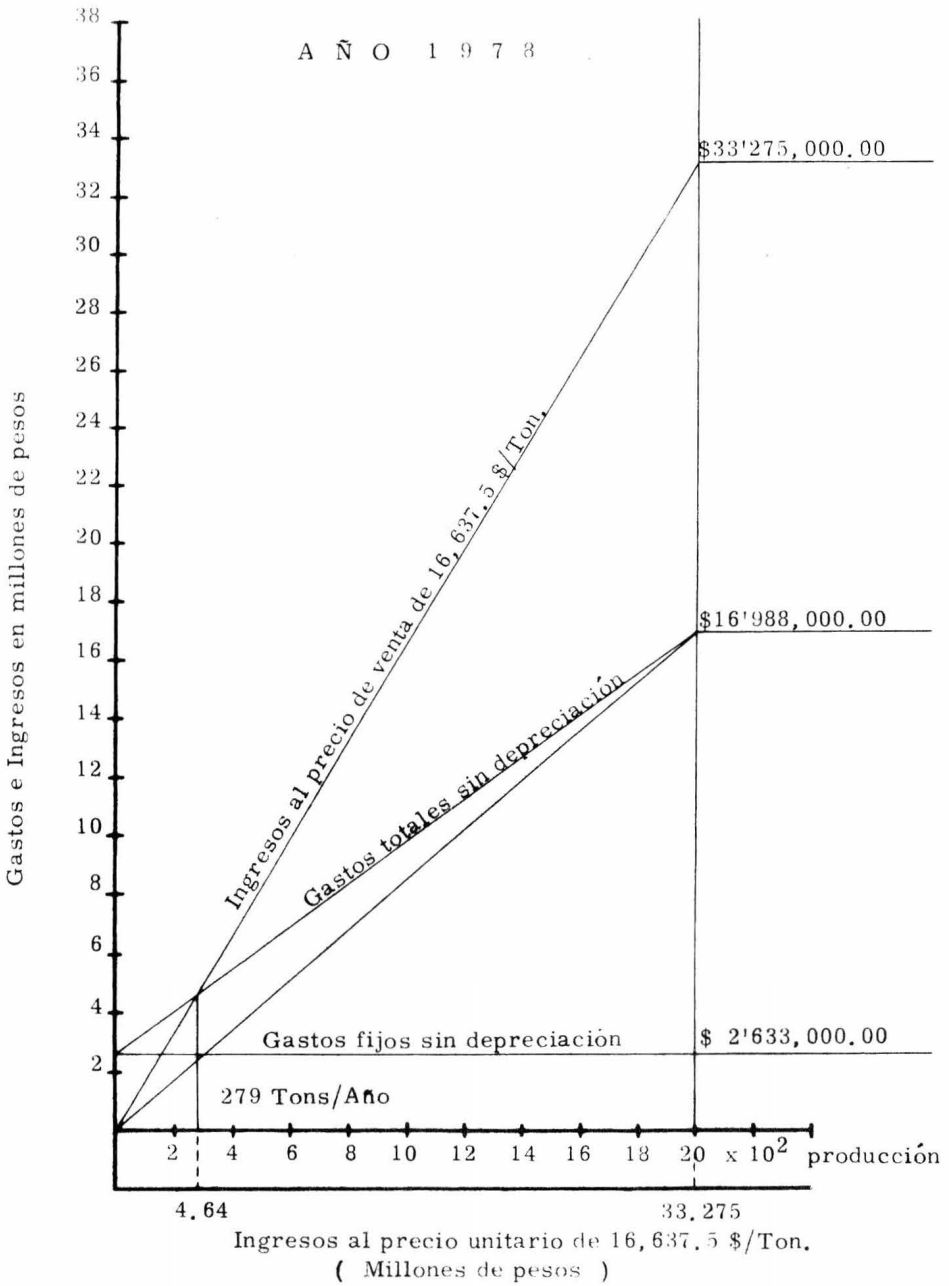


Ingresos al precio unitario de 15,125 \$/Ton.  
( Millones de pesos )

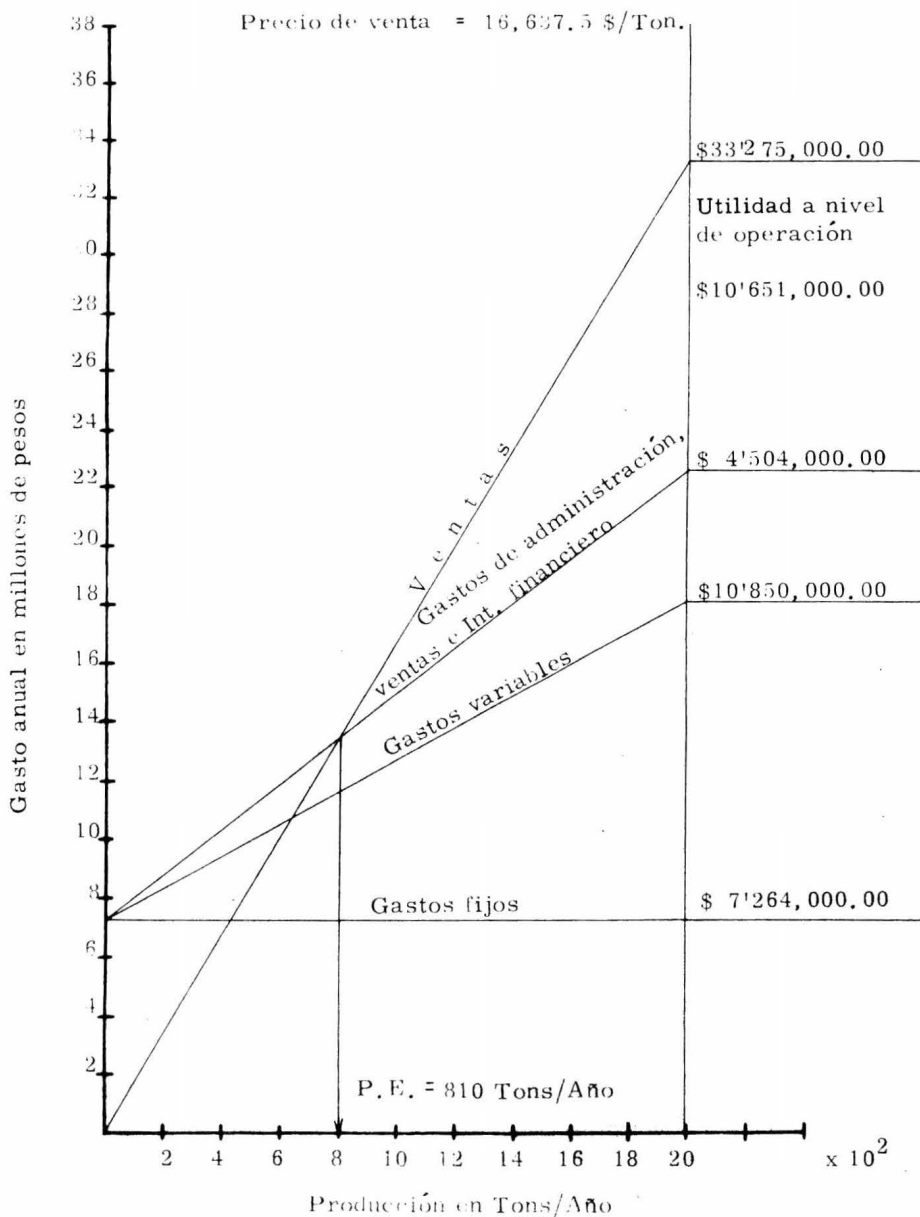
Punto de Equi. previsión financiera	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.
Bromo Líquido	Graf. 6.11 Rev. 1



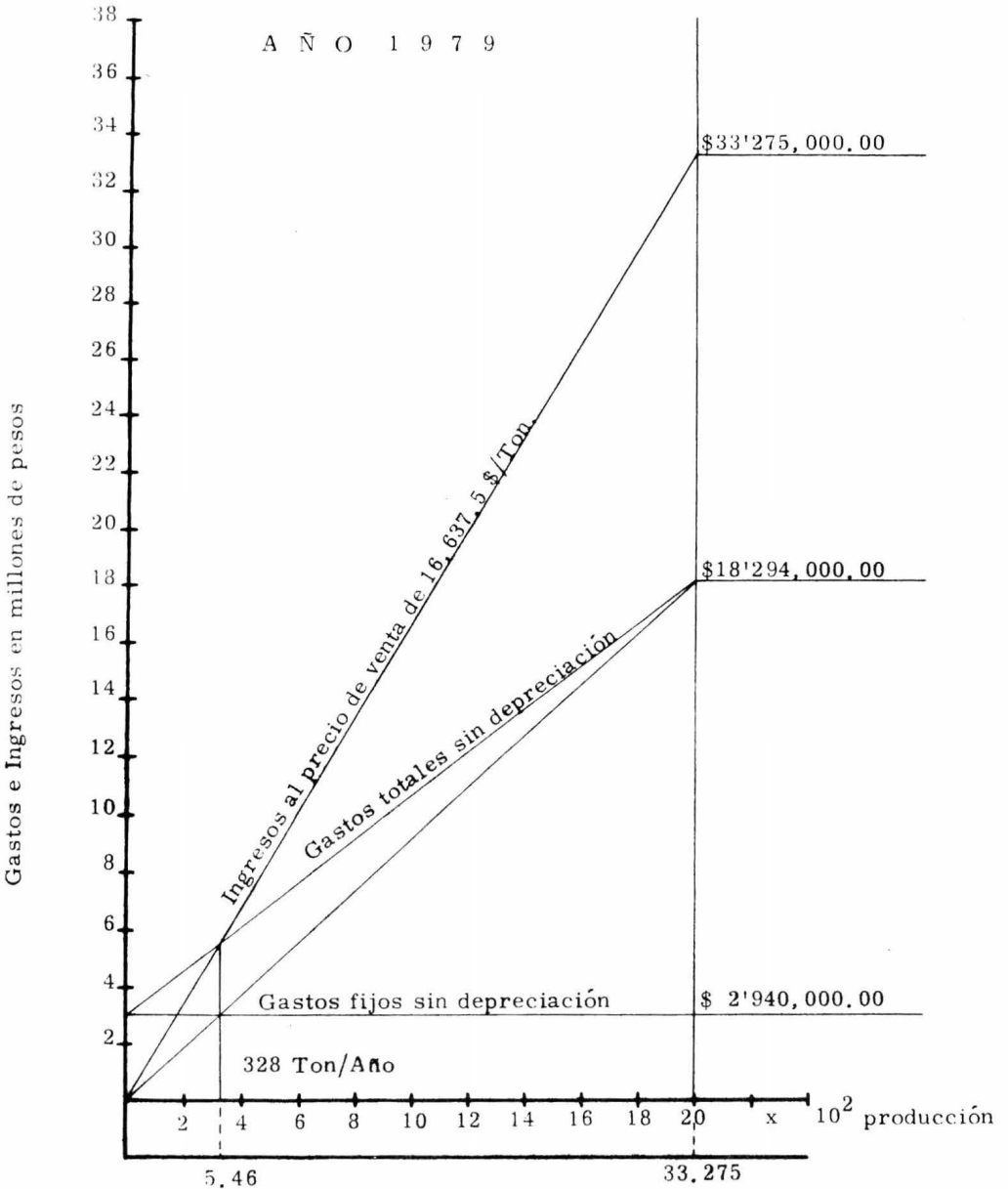
Punto de Equilibrio 1978		
Fac. de Química	U. N. A. M.	
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.	
Bromo Líquido	Graf. 6.2	Rev. 1



Punto de Equi. prevision financiera	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.
Bromo Líquido	Graf. 6.22 Rev. 1

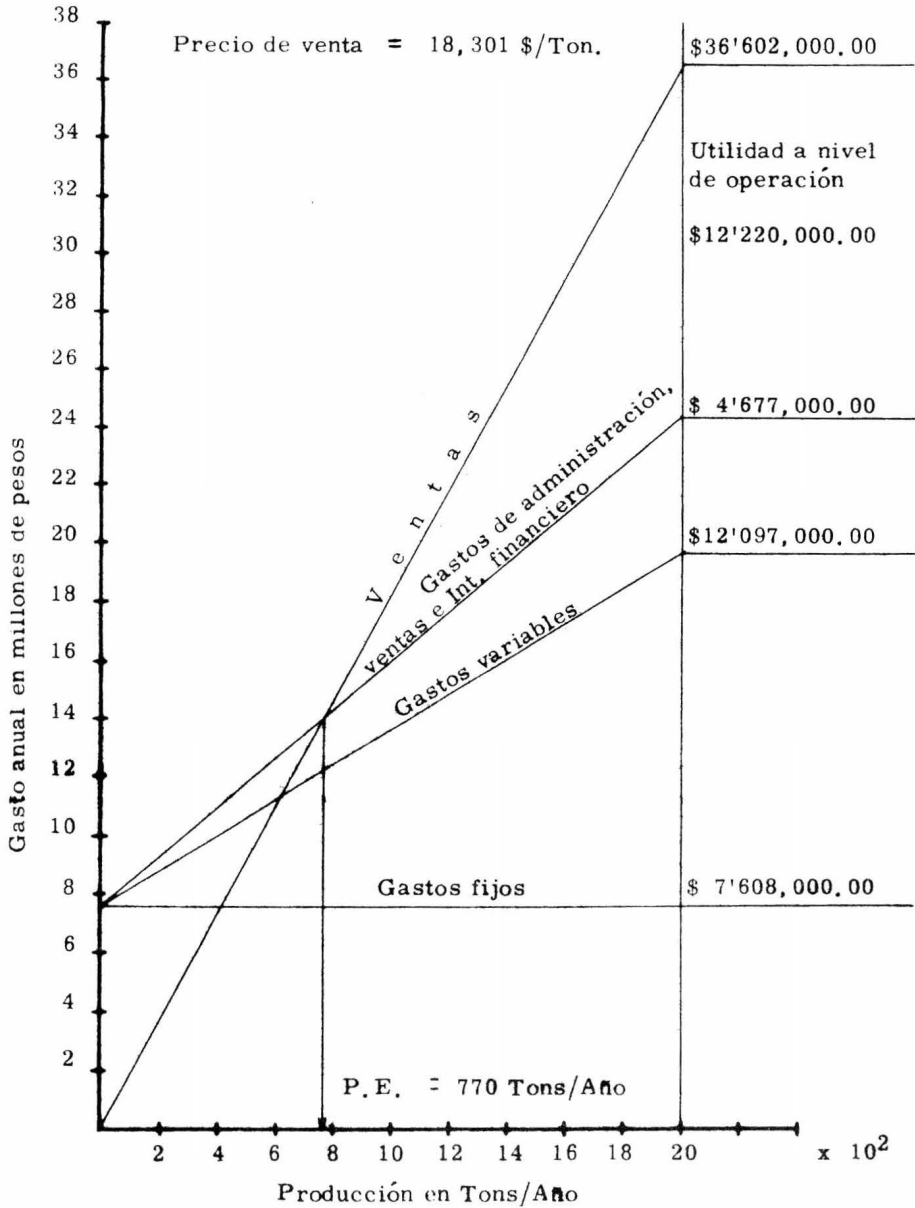


Punto de Equilibrio 1979	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.
Bromo Líquido	Graf. 6.3 Rev. 1



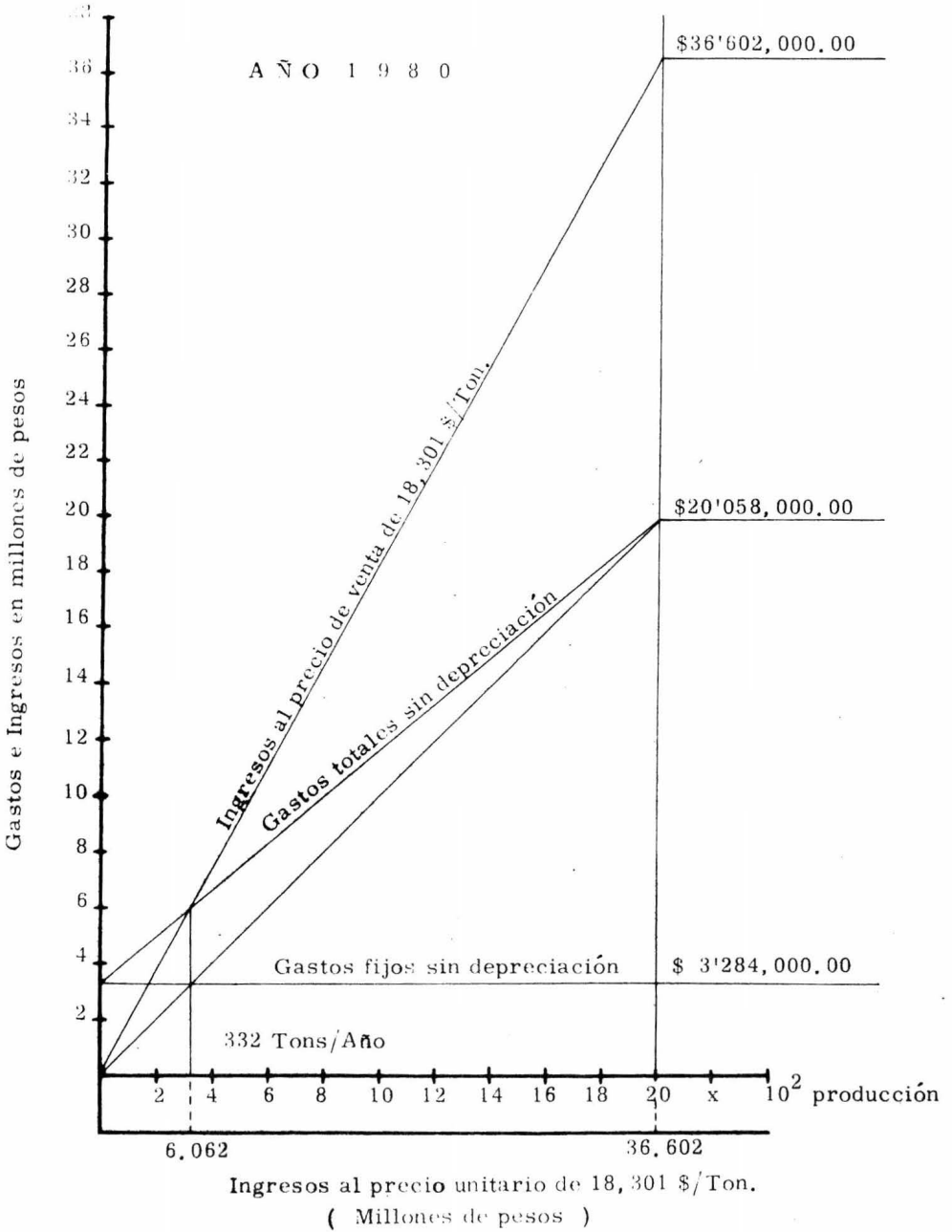
Ingresos al precio unitario de 16,637.5 \$/Ton.  
( Millones de pesos )

<b>Punto de Equi. prevision financiera</b>	
Fac. de Quimica	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.
Bromo Líquido	Graf. 6.33   Rev. 1

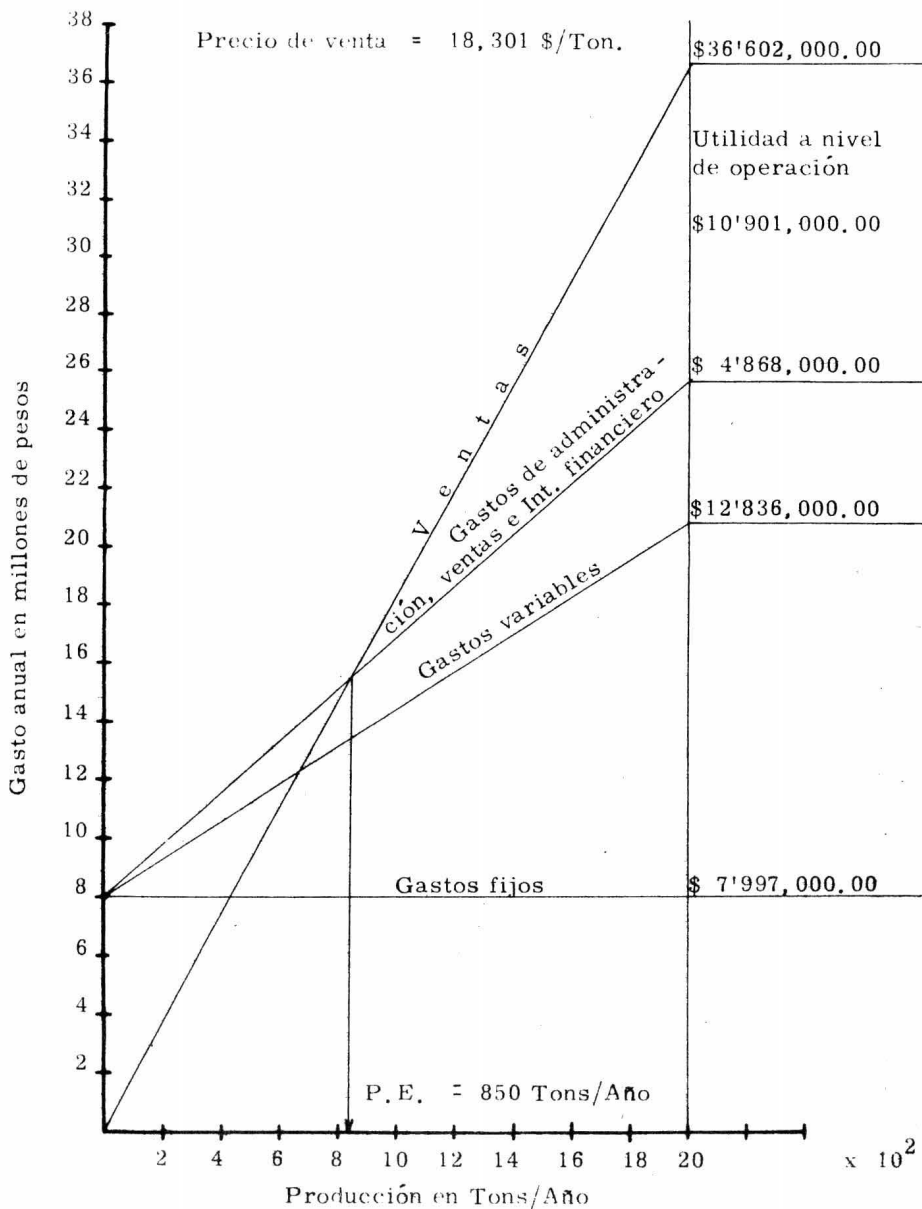


Punto de Equilibrio 1980	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernandez G.
Bromo Líquido	Graf. 6.4 Rev. 1

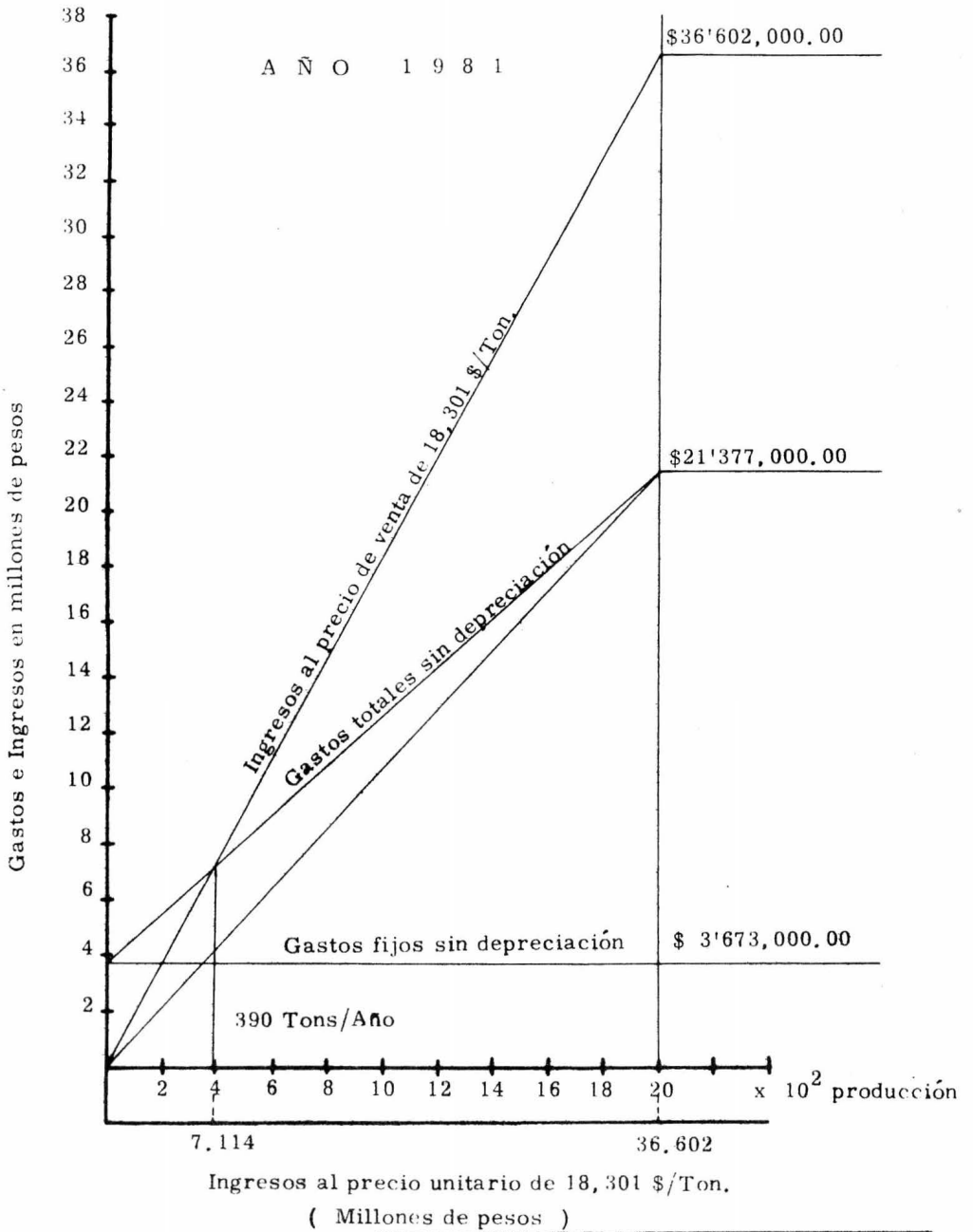




Punto de Equi. prevision financiera	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernandez G.
Bromo Líquido	Graf. 6.44 Rev. 1



Punto de Equilibrio 1981		
Fac. de Química	U. N. A. M.	
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.	
Bromo Líquido	Graf. 6.5	Rev. 1



Punto de Equi. previsión financiera	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.
Bromo Líquido	Graf. 6,55 Rev. 1

CUADRO No. 6.10

*Punto de Equilibrio* ET

ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS No. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5

<u>Gráfica</u> <u>Núm.</u>	<u>Año</u>	<u>Producción</u> <u>Tons/Año</u>	<u>Punto de</u> <u>equilibrio</u> <u>Tons/año</u>	<u>Precio mínimo</u> <u>de venta</u> <u>\$/Ton.</u>	<u>Margen de seguridad</u> <u>por variación de la</u> <u>demanda y producción</u>	<u>Margen de seguridad</u> <u>respecto al cambio</u> <u>de los precios</u>
6.1	1977 <i>81</i>	2,000	790	10,012	60.5%	33.80%
6.2	1978 <i>82</i>	2,000	740	10,656	63.0%	35.95%
6.3	1979 <i>83</i>	2,000	810	11,309	59.5%	32.02%
6.4	1980 <i>84</i>	2,000	770	12,191	61.5%	33.38%
6.5	1981 <i>85</i>	2,000	850	12,851	57.5%	29.77%

CUADRO NO. 6.11

ANALISIS DE LAS GRAFICAS No. 6.11, 6.22, 6.33, 6.44 y 6.55

Gráfica Núm.	Año	Producción Tons/Año A	X Kgs/Año	Y \$/ Año	PV \$/Ton	PV \$/Ton	Z Ingresos míni mos. - \$/Año
6.11	1977	2,000	279,328	4'224,836.00	15,125.0	7,850	15'700,000.00
6.22	1978	2,000	278,330	4'640,735.00	16,673.5	8,494	16'988,000.00
6.33	1979	2,000	328,107	5'458,880.00	16,673.5	9,147	18'294,000.00
6.44	1980	2,000	331,249	6'062,188.00	18,301.0	10,029	20'058,000.00
6.55	1981	2,000	388,718	7'113,928.00	18,301.0	10,688.5	21'377,000.00

La información que nos proporciona la Tabla 6.10 es la siguiente:

- a). - El margen de seguridad por variación en la demanda y producción promedio en los cinco años analizados es de 60.4% el cual es elevado puesto que se logra rápidamente el punto de equilibrio.
- b). - El margen de seguridad respecto al cambio de los precios promedio en los cinco años es de 32.98% el cual viene a darnos un margen de confiabilidad bastante elevado.

La información obtenida del cuadro No. 6.11, es la siguiente:

- a). - Con ingresos anuales menores de los valores obtenidos de Y correspondientes para cada año dado el precio de venta PV \$/Ton. la empresa se verá obligada a cerrar ya que no cubrirá sus gastos reales de operación. Por tanto la producción mínima corresponde a los valores obtenidos de X para cada año.

Se observa además que la producción mínima (valores de X) son superiores al volumen de importación de bromo encontrado por proyección para inclusive 1981 que es de 176,617 Kgs. Capítulo II Estudio del Mercado.

Por tanto se confirma que realizar un proyecto para cubrir la demanda exclusivamente de bromo no es viable, razón por la cual dentro del estudio se considera el volumen de importación de los principales derivados del bromo principalmente el bromuro de etileno.

- b). - Con una producción de A unidades la empresa tendrá que suspender sus actividades si los ingresos son menores a Z dado un precio de venta de  $PV_1$ .

CUADRO No. 6.12

CUADRO DE AMORTIZACION E INTERESES DE UN PRESTAMO DE  
\$47'970, 530.00 A UNA TASA DE INTERES DE 12% ANUAL SOBRE -  
SALDOS INSOLUTOS A DIEZ AÑOS.

<u>Año</u>	<u>S a l d o</u>	<u>Amortización del capital</u>	<u>Interés</u>	<u>Anualidad</u>
0	\$47'970, 530.00			
1	45'236, 969.60	2'733, 560.40	5'756, 463.60	8'490, 024.00
2	42'175, 381.95	3'061, 587.65	5'428, 436.35	8'490, 024.00
3	38'746, 403.78	3'428, 978.16	5'061, 045.84	8'490, 024.00
4	34'905, 948.24	3'840, 455.55	4'649, 568.45	8'490, 024.00
5	30'604, 638.03	4'301, 310.21	4'188, 713.79	8'490, 024.00
6	25'787, 170.60	4'817, 467.43	3'672, 556.57	8'490, 024.00
7	20'391, 607.07	5'395, 563.53	3'094, 460.47	8'490, 024.00
8	14'348, 575.92	6'043, 031.15	2'446, 992.85	8'490, 024.00
9	7'580, 381.03	6'768, 194.89	1'721, 829.11	8'490, 024.00
10		7'580, 381.03	909, 642.97	8'490, 024.00
		47'970, 530.00	36'929, 710.00	84'900, 240.00

EVALUACION DEL PROYECTO POR EL METODO BENEFICIO-COSTO COMO EMPRESA DEL SECTOR PRIVADO  
 PARA UN INCREMENTO DEL 16% ANUAL EN MANO DE OBRA, INCREMENTO DE 10% EN MATERIA PRIMA,  
 MATERIALES AUXILIARES, SUPERVISION DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO, INCREMENTO DE 5% EN SERVICIOS.

UNIDADES EN MILES DE PESOS

CONCEPTO / AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>I N G R E S O S</b>		30,250	33,275	33,275	36,602	36,602	40,262	40,262	44,288	44,288	48,717
<b>Insumos Corrientes:-</b>											
Materia prima		164	180	198	218	240	264	291	320	351	387
Materiales auxiliares		3,197	3,517	3,869	4,556	4,681	5,149	5,664	6,230	6,853	7,539
Materiales en general		18	16	16	18	18	20	20	22	22	24
Servicios		2,756	2,893	3,038	3,190	3,350	3,517	3,693	3,878	4,072	4,275
Mano de obra directa		1,709	1,982	2,300	2,668	3,095	3,590	4,165	4,831	5,604	6,501
Impuestos INFONAVIT		37	40	44	47	51	55	58	61	64	67
Impuestos facturación		1,210	1,331	1,331	1,344	1,344	1,611	1,611	1,772	1,772	1,949
Mantenimiento		965	1,061	1,167	1,284	1,413	1,554	1,710	1,881	2,069	2,276
Supervisión de producción		855	992	1,151	1,335	1,548	1,796	2,083	2,417	2,803	3,252
Administración planta		525	562	602	644	689	758	833	916	1,007	1,109
O t r o s		68	71	74	77	80	83	86	89	92	95
<b>S u m a :-</b>		11,504	12,645	13,790	15,381	16,509	18,397	20,214	22,417	24,709	27,474
Utilidad bruta de operación		18,746	20,630	19,485	21,221	20,093	21,865	20,048	21,871	19,579	21,243
Depreciación		4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324
Utilidad neta de operación		14,422	16,306	15,161	16,897	15,769	17,541	15,724	17,547	15,255	16,919
Cargo por interés		5,756.463	5,428.436	5,061.046	4,649.568	4,188.714	3,672.557	3,094.461	2,446.993	1,721.829	909.643
Utilidad neta antes de impuesto		8,665.537	10,877.564	10,099.954	12,247.432	11,580.286	13,868.443	12,629.539	15,100.007	13,533.171	16,009.357
Impuestos directos (45%)		3,899.492	4,894.904	4,544.98	5,511.344	5,211.128	6,240.80	5,683.293	6,795.003	6,098.927	7,204.21
Utilidad neta después de impuesto		4,766.045	5,982.66	5,554.97	6,736.088	6,369.158	7,627.643	6,946.246	8,305.004	7,434.244	8,805.147
Flujo de efectivo corriente		9,090.045	10,306.66	9,878.97	11,060.08	10,693.158	11,951.643	11,270.246	12,629.004	11,758.244	13,129.147
Erogaciones netas de capital		- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -
Flujo total de efectivo		9,090.045	10,306.66	9,878.97	11,060.08	10,693.158	11,951.643	11,270.246	12,629.004	11,758.244	13,129.147
Emprestos netos	47,970.530	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -
Flujo total de efectivo		9,090.045	10,306.66	9,878.97	11,060.08	10,693.158	11,951.643	11,270.246	12,629.004	11,758.244	13,129.147
Amortización préstamo		2,733.561	3,061.588	3,428.978	3,840.456	4,301.310	4,817.467	5,395.563	6,043.031	6,768.195	7,580.381
Disponibilidad y/o perdida		6,356.484	7,245.072	6,449.992	7,219.624	6,391.848	7,134.176	5,874.683	6,585.973	4,990.049	5,548.766
Flujo de efectivo emanado de operaciones no financieras		6,356.484	7,245.072	6,449.992	7,219.624	6,391.848	7,134.176	5,874.683	6,585.973	4,990.049	5,548.766
<b>V.P.N. al 12%</b>		0.893	0.798	0.712	0.636	0.568	0.507	0.453	0.404	0.361	0.322
<b>Beneficio al V.P.N. 12%</b>		5,676.34	5,781.567	4,592.4	4,591.68	3,630.57	3,617.03	2,661.23	2,260.74	1,801.41	1,786.7



EVALUACION DEL PROYECTO POR EL METODO BENEFICIO-COSTO COMO EMPRESA DEL SECTOR PUBLICO  
 PARA UN INCREMENTO DEL 16% ANUAL EN MANO DE OBRA, INCREMENTO DE 10% EN MATERIA PRIMA,  
 MATERIALES AUXILIARES, SUPERVISION DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO, INCREMENTO DE 5% EN SERVICIOS.

UNIDADES EN MILES DE PESOS

CONCEPTO / AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>I N G R E S O S :-</b>	30,250	33,275	33,275	36,602	36,602	40,262	40,262	44,288	44,288	48,717	
Insumos Corrientes	11,504	12,645	13,790	15,381	16,509	18,397	20,214	22,417	24,709	27,474	
Utilidad bruta de operación	18,746	20,630	19,485	21,221	20,093	21,865	20,048	21,871	19,579	21,243	
Depreciación	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	4,324	
Utilidad neta de operación	14,422	16,306	15,161	16,897	15,769	17,541	15,724	17,547	15,255	16,919	
Cargo por interés	5,756.463	5,428.436	5,061.046	4,649.568	4,188.714	3,672.557	3,094.461	2,446.993	1,721.829	909.643	
Utilidad neta antes de impuesto	8,665.537	10,877.564	10,099.954	12,247.432	11,580.286	13,868.443	12,629.539	15,100.007	13,533.171	16,009.357	
Impuestos directos	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	
Utilidad neta después de Imp.	8,665.537	10,877.564	10,099.954	12,247.432	11,580.286	13,868.443	12,629.539	15,100.007	13,533.171	16,009.357	
Flujo de efectivo corriente	12,989.537	15,201.564	14,423.954	16,571.432	15,904.286	18,192.443	16,953.539	19,424.007	17,857.171	20,333.357	
Erogaciones netas de capital	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	
Flujo total de efectivo	12,989.537	15,201.564	14,423.954	16,571.432	15,904.286	18,192.443	16,953.539	19,424.007	17,857.171	20,333.357	
Emprestos netos	47,970.530	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	- 0 -	
Flujo total de efectivo	12,989.537	15,201.564	14,423.954	16,571.432	15,904.286	18,192.443	16,953.539	19,424.007	17,857.171	20,333.357	
Amortización préstamo	2,733.561	3,061.588	3,428.978	3,840.456	4,301.310	4,817.467	5,395.563	6,043.031	6,768.195	7,580.381	
Disponibilidad y/o pérdida	10,255.976	12,139.976	10,994.976	12,730.976	11,602.976	13,374.976	11,557.976	13,380.976	11,088.976	12,752.976	
Flujo de efectivo emanado de operaciones no financieras.	10,255.976	12,139.976	10,994.976	12,730.976	11,602.976	13,374.976	11,557.976	13,380.976	11,088.976	12,752.976	
V.P.N. AL 12%		0.893	0.789	0.712	0.636	0.568	0.507	0.453	0.404	0.361	0.322
Beneficio al V.P.N. 12%		9,158.587	9,578.441	7,828.423	8,096.90	6,590.49	6,781.113	5,235.763	5,405.914	4,003.120	4,106.458

La evaluación del proyecto por el método del beneficio-costo como empresa privada presentado en el cuadro No. 6.13 nos proporciona la siguiente información:

- a) El proyecto evaluado a un valor presente neto de 12% que es la tasa a la cual se consigue el empréstito; el beneficio obtenido durante el período de evaluación llevado a este valor presente resulta ser negativo  $B = \$11'570,863.00$ , obteniendo por tanto una razón beneficio - costo menor que la unidad  $B/I = 0.7587$ .
- b) Por lo expuesto en el inciso anterior podemos decir que el proyecto no es viable de acuerdo a las bases sobre las cuales se realizó el estudio económico, y además se pretendería obtener un valor positivo - del beneficio, evaluado el proyecto a un valor presente neto del 15%.

La evaluación del proyecto por el método del beneficio-costo como empresa del sector público presentado en el cuadro No. 6.14 nos proporciona la siguiente información:

- a) El proyecto evaluado a un valor presente neto de 12% que es la tasa a la cual se consigue el empréstito; el beneficio obtenido durante el período de evaluación llevado a este valor presente resulta ser positivo  $B = 18'814,679.00$ , obteniendo por tanto una razón beneficio costo mayor que la unidad  $B/I = 1.3922$ .
- b) Por lo expuesto en el inciso anterior podemos decir que el proyecto es viable de acuerdo a las bases sobre las cuales se realizó el estudio económico, alcanzando un valor positivo del beneficio para inclusive un valor de actualización del 14%.

CAPITULO VII

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

- a) Como se quedó determinado en el estudio la importación de Bromo proyectada para 1981<sup>4</sup> es de 176, 611 Kgs. por año lo cual representa una producción muy pequeña para este tipo de industria, en la que debido a la especial calidad de construcción del equipo, resulta ser una inversión muy alta y como consecuencia un tiempo de recuperación muy largo. En base a esto se investigó cual es el derivado de Bromo más usado en México resultando ser el Bromuro de Etileno, el cual es 100% importado y consumido por Pemex para la fabricación del compuesto comercialmente llamado tetraetiluro de plomo que se adiciona a las gasolinas como antidetonante.

El consumo de Bromuro de Etileno para 1981<sup>4</sup> será de 1'730, 945 Kgs. para lo que se requieren para su elaboración 1'488, 613 Kgs. de Bromo sumando a esta cantidad los 176, 617 Kgs. se tiene un total de 1'665, 230 Kgs. para lo cual se fija la capacidad de planta en 2, 000 Tons. por año.

La fabricación del Bromuro de Etileno se podría llevar a cabo en la misma planta, y la inversión necesaria sería aproximadamente del 30% de la inversión que se estimó para la planta de Bromo.

Cabría dos soluciones: Que Pemex comprase bromo y elaborase Bromuro de Etileno, o bien que adquiriera directamente Bromuro de Etileno siendo en cualquiera de las dos alternativas la cantidad de bromo la misma.

Por tanto la capacidad de planta de 2, 000 Tons/año del 86 al 90% del consumo correspondería a Pemex para la fabricación del Bromuro de Etileno.

El resto del consumo se destinaría a diversas industrias como son - laboratorios farmacéuticos y fototécnicos así como realizar una posible exportación desde el primer año de operación.

- b) La evaluación del proyecto llevada a cabo por el método del punto de equilibrio nos lleva a considerar lo siguiente:

- El margen de seguridad por variaciones en la demanda y producción promedio en los cinco años analizados es de 60.4% el cual es elevado puesto que se logra rápidamente el punto de equilibrio.
- El margen de seguridad respecto al cambio de los precios promedio en los cinco años es de 32.98% el cual viene a darnos un margen de confiabilidad bastante elevado.
- Con ingresos anuales menores a los obtenidos en el cuadro 6.11 - (valores de Y) correspondientes para cada año dado el precio de venta PV la empresa se verá obligada a cerrar ya que no cubrirá sus gastos reales de operación. Por tanto la producción mínima - corresponde a los valores obtenidos de X para cada año reportados en el cuadro antes mencionado.
- Se observa en el cuadro No. 6.11 que la producción mínima (valores de X) son superiores al volumen de importación de bromo en - contrato por proyección para inclusive 1981 que es de 176,617 - - Kgs. Capítulo II Estudio del Mercado.

Por tanto se confirma que realizar un proyecto para cubrir la demanda exclusivamente de bromo no es viable.

- Con una producción de los valores de A reportados en el cuadro - No. 6.11 la empresa tendrá que suspender sus actividades si los ingresos son menores a los valores de Z dado un precio de venta - de PV.

La evaluación del proyecto por el método de beneficio-costo como empresa privada proporciona la información siguiente: (cuadro No. 6.13).

- El proyecto sobre las bases expuestas es viable únicamente por un valor presente neto de 10%, esta tasa es menor que la tasa con la cual se hace el empréstito.
- El proyecto evaluado a un valor presente neto de 12% que es la tasa a la cual se consigue el empréstito; el beneficio obtenido durante el período de evaluación llevado a este valor presente resulta ser negativo, obteniendo por tanto una razón beneficio-costo menor a la - unidad el cual nos lleva a considerar el proyecto como no viable des - de el punto de vista empresa del sector privado.

La evaluación del proyecto por el método de beneficio costo como empresa del sector público proporciona la información siguiente: (cuadro No. - 6.14)

- El proyecto evaluado a un valor presente neto de 12% tasa a la cual se consigue el empréstito, el beneficio obtenido durante el período de evaluación llevado a este valor de actualización resulta ser positivo, obteniéndose una razón beneficio costo mayor que la unidad - ya que en este caso no intervienen los impuestos directos. De - - acuerdo con lo antes expuesto el proyecto puede ser realizado.
  - La tasa de actualización elegida de 15% debe ser la misma para to das las inversiones sin que dependa de la modalidad particular de financiamiento en este caso se consideró crédito pero puede ser - los recursos propios de una empresa, provenientes de su capital o del autofinanciamiento.
  - La tasa de actualización no debe caer por debajo del interés del - mercado lo que hace que si el préstamo es obtenido al 12% sobre saldos insolutos el proyecto no es viable como empresa privada.
  - Si el proyecto se lleva a cabo con recursos propios es necesario fijar como mínimo una tasa de actualización que la tasa de inte - - rés en el mercado.
- c) El criterio de beneficio actualizado puede considerarse el mejor ya que permite comparar flujos de ingresos y gastos que debido a sus diferentes ritmos de vencimiento obviamente no podrían - equipararse. Este criterio establece no sólo un orden de prefe - - rencia sino también un patrón de medida.

Presenta una desventaja que es la de presuponer el conocimiento de la importancia que se atribuye al futuro.

- d) Desde el punto de vista técnico el proyecto es viable como puede observarse en los diagramas de flujo pero es definitivo que si se decide llevar a cabo la construcción de la planta, deberá quedar ubicada en el área circulante a las salinas de Las "Coloradas". Esto se debe a que siendo el costo de la salmuera muy reducido, cualquier cargo adicional en el mismo, ya sea por fletes o por - bombeos lejanos, lo encarecería notablemente sobre todo tenien do en cuenta los volúmenes a manejar.
- e) En lo referente al sector ventas haremos ciertas consideracio - - nes sobre el mercado nacional y de exportación.

1) Mercado Nacional

El mercado nacional industrial para el consumo exclusivamente del Bromo se encuentra firmemente detectado y establecido.

Respecto a la producción de Bromuro de Etileno se ha detallado también con bastante exactitud su mercado en el estudio, aunque naturalmente se encuentra sujeto su consumo a que se decida la fabricación.

2) Mercado de Exportación

No está definido con los detalles necesarios, pero de cualquier forma su efecto económico en caso de disminución, tendría escasa repercusión, ya que el porcentaje que representa en relación al mercado total es reducido.

- f) El estudio económico llevado a cabo por el método del punto de equilibrio presenta una utilidad elevada como consta en el cuadro No. 6.7 en el cual se aprecia que la inversión total realizada será recuperada entre el 6o. y 7o. año de operación, alcanzando los puntos de equilibrio en una capacidad muy por abajo de la establecida, lo que nos llevaría a suponer que el proyecto es viable; pero la utilidad obtenida a través de cada año durante el período de evaluación llevada a un valor presente de 12%, tasa a la cual se consigue el empréstito la razón beneficio-costos como empresa privada es menor que la unidad, lo que nos lleva a decidir que el proyecto no es viable de acuerdo a las bases sobre las que se evaluó el estudio económico; además se pretendería obtener un beneficio positivo a la tasa de actualización elegida de 15%.

## CAPITULO VIII

### C O N C L U S I O N E S

Las conclusiones finales a las cuales nos permite llegar el presente trabajo de tesis son las siguientes:

1. - De acuerdo con las bases sobre las cuales se evaluó el estudio -- económico y que fueron:

Ingresos. - Los ingresos se tomaron del consumo normal de bromo y bromuro de etileno; entendiéndose por consumo normal el obtenido de las proyecciones a 1981, partiendo de los datos estadísticos de importación de los años de 1965 a 1973 para el bromo y - de 1970 a 1975 para el bromuro de etileno, con un incremento en el precio de 10% cada 2 años partiendo del último reportado (1) de 15,125 \$/Ton.

Egresos. - Los egresos se evaluaron con un incremento de 16% - anual en los salarios; un incremento de 10% anual en el precio de la materia prima, materiales auxiliares, supervisión de la materia prima, materiales auxiliares, supervisión de producción y -- mantenimiento; un incremento de 5% en el precio de servicios, y; un interés del 12% anual sobre saldos insolutos para el empréstito.

Sobre estas bases y evaluado el proyecto como empresa privada a un valor presente neto de por lo menos igual a la tasa a la que se consigue el empréstito (12%) . El proyecto no es viable.

2. - Como empresa del sector público donde no se consideran los impuestos directos y evaluado el proyecto con las mismas bases expuestos en el proyecto puede ser llevado a cabo, alcanzando en este caso una razón beneficio-costo mayor que la unidad para una tasa de actualización de 14%.
3. - Ha quedado establecido que el proyecto puede ser llevado a cabo - únicamente desde el punto de vista empresa del sector público, pero cabe hacer notar a este respecto la consideración siguiente:

(1) Revista semanal "Chemical Marketing Reporter" del día 2 de febrero de 1976 (consulta de años anteriores se observa esta variación del -- 10% aproximadamente cada 2 años)

- En la actualidad, debido a las políticas en contra de la contaminación ambiental se tiende a eliminar el tetraetiluro de plomo de las gasolinas, compuesto que contiene el bromuro de etileno en un 26% (2); y dado que éste representa el 90% del consumo de bromo líquido, cualquier disminución en la demanda del bromuro de etileno hace que la rentabilidad del proyecto disminuya, previéndose que de continuar eliminando el tetraetiluro de plomo de las gasolinas, en el futuro nuestro mercado se verá reducido exclusivamente a la venta de bromo líquido o elaboración de los derivados de menor importancia comercial; y en este caso como ya quedó establecido el proyecto no se recomienda sea realizado.

4. - La decisión definitiva de realizar o no el proyecto, está supeditado al programa de eliminación (paulatina en función del número de años hasta llegar al total en que ésta se realice) del bromuro de etileno como ingrediente de las gasolinas, y determinar con los datos que integra este trabajo el grado en el cual se ve afectado el proyecto.

No fue posible obtener esta información por lo que se recomienda no llevar a cabo el proyecto hasta que no se tenga la certeza total del programa de eliminación mencionado, o bien que un existente o nuevo derivado del bromo tenga la suficiente explotación comercial como para que se justifique por medio de un nuevo estudio económico la producción de bromo líquido.

Por último si no se decide eliminar al bromuro de etileno como ingrediente de las gasolinas cabe mencionar la utilidad social de llevar a cabo la construcción de la planta en la zona de localización propuesta.

- (2) La importación de este derivado del bromo disminuyó considerablemente en el lapso de 1968 a 1970 y a partir de este último año a 1975 se ha mantenido con fluctuaciones "normales" razón por la cual la proyección de este compuesto se realizó con los datos estadísticos de 1970 a 1975. (Ver capítulo II).



CAPITULO IX

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

Información sobre generalidades, descripción del proceso, propiedades físicas y químicas, manejo del Bromo líquido y derivados del Bromo.

1. - ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY  
SECOND EDITION VOL. 3  
KIRK - OTHMER.
2. - ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL REACTIONS  
VOL. I  
JACOBSON
3. - ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
VOL. 2
4. - ENCICLOPEDIA DE QUIMICA INDUSTRIAL  
TOMO II Y VIII  
DR. FRITZ VILMAN
5. - THE CHEMICAL PROCESS INDUSTRIES  
SECOND EDITION  
SHREVE
6. - BROMINE AND BROMINATED COMPOUNDS  
DOW (REVISTA)
7. - INFORMACION SOBRE EL CLORO  
CLORINE MANUAL  
THE CLORINE INSTITUTE INC.

INFORMACION SOBRE EL ESTUDIO DEL MERCADO

1. - PRECIOS Y FLUCTUACIONES  
CHEMICAL MARKETING REPORTER (OPD)
2. - ESTADISTICAS DE IMPORTACION Y EXPORTACION  
ANUARIOS ESTADISTICOS DE 1965 A 1974  
(INFORMACION RECOPIADA EN EL DESPARTAMENTO DE  
ESTADISTICAS EN BALDERAS O BIEN EN LA BIBLIOTECA  
DE LA S.I.C.)

Ingeniería, materiales usados en el equipo y criterios de selección.

1. - INGENIERIA QUIMICA DEL DISEÑO DE PLANTAS INDUSTRIALES  
VILBRANDT Y DRYDEN
2. - HYDRAULIC INSTITUTE STANDARS  
COPYRIGHT 1965 BY  
HYDRAULIC INSTITUTE  
ELEVENTH EDITION
3. - CONDENSED HYDRAULIC DATA  
INGERSOLL -RAND  
CAMERON PUMP DIVISION
4. - CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK  
JOHN H PERRY
5. - MASS TRANSFER OPERATIONS  
ROBERT E. TREYBAL
6. - UNIT OPERATIONS OF CHEMICAL ENGINEERING  
MC CABE & SMITH
7. - PROCESS HEAT TRANSFER  
D. Q. KERN
8. - CAMERON HYDRAULIC DATA  
G. V. SHAW & A.W. LOOMIS
9. - MANUAL FOR PROCESS ENGINEERING CALCULATIONS  
LOYAL CLARKE  
ROBERT L. DAVISON

10. - PLANTA DESING AND ECONOMICS  
FOR CHEMICAL ENGINEERS  
PETERS & TIMMERHAUS
11. - INTRODUCTION CHEMICAL ENGINEERING  
SALTER L BADGER & JULIUS T. BANCHERO
12. - THE FLOW OF COMPLEX MIXTURES IN PIPES  
COVIER -AZIZ
13. - MATERIALES RESISTENTES A LA CORROSION  
AMERCOAT (CATALOGO)
14. - MATERIALES Y EQUIPO ANTICORROSIVOS  
CEILCOTE (CATALOGO)
15. - ESTADISTICA APLICADA  
BERNARD OSTLE
16. - INGENIERIA DE PROYECTOS PARA PLANTAS DE PROCESO  
A. F. RASE Y M. H. BARROW

La información sobre el Mercado Nacional fue recopilada directamente de los distribuidores ya reportados en el trabajo.

INFORMACION SOBRE LA ESTIMACION DE COSTOS  
ESTUDIO ECONOMICO

1. - APPLIED PROJECT MANAGEMENT FOR THE  
PROCESS INDUSTRIES  
ERNEST E. LUDWING
2. - PLANT DESING AND ECONOMICS FOR CHEMICAL  
ENGINEERS  
PETER & TIMMERHAUS
3. - CHEMICAL ENGINEERING  
COST ESTIMATION  
ARIES & NEWTON
4. - COST ENGINEERING IN THE PROCESS INDUSTRIES  
CECIL H. CHILTON

5. - CHEMICAL ENGINEERING ECONOMICS  
TYLER E. WINTER
  
6. - REVISTAS DEL INSTITUTO MEXICANO DE  
INGENIEROS QUIMICOS (I. M. I. Q.)  
NOV - DIC 1969  
NUMEROS 11, 12 VOL X  
ENERO 1970  
NO. IV - XI  
MARZO 1970  
NO. 3, V - XI  
ABRIL 1970  
NO. 4, V - XI
  
7. - INGENIERIA DE PROYECTOS PARA PLANTAS DE PROCESO  
A. F. RASE Y M. H. BARROW
  
8. - ESTUDIO SOCIAL DEL COSTO-BENEFICIO EN LA  
INDUSTRIA DE PAISES EN DESARROLLO  
IAM MD LITTLE  
JAMES A. MIRRLEES  
CEMCLA
  
9. - ANALISIS EMPRESARIAL DE PROYECTOS INDUSTRIALES  
EN PAISES EN DESARROLLO MANUAL DE EVALUACION  
CON METODOLOGIA Y ESTUDIO DE CASOS.  
CENTRO DE DESARROLLO DE LA ORGANIZACION DE  
COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICO.  
CEMLA.
  
10. - TABLAS FINANCIERAS

CAPITULO X  
ANEXOS

ANEXO No. 1

Dentro de este anexo se integra la información referente al Bromuro de Etileno por ser éste el principal derivado del bromo desde el punto de vista de la demanda, como puede observarse dentro del Capítulo II "Estudio de la Demanda".

La información a la cual se hace referencia comprende los siguientes puntos:

- 1.01. - Propiedades físicas y químicas
- 1.02. - Usos
- 1.03. - Método de obtención
- 1.04. - Especificaciones del producto terminado
- 1.05. - Factores de seguridad y manejo del bromuro de etileno.

1.01. - Propiedades físicas y químicas.

Fórmula química	BrCH <sub>2</sub> . CH <sub>2</sub> Br
Peso molecular	187.88
Estado natural	Líquido claro
C o l o r	Incoloro
O l o r	Agradable
Punto de fusión	9.97 °C
Punto de ebullición	131.70 °C
Densidad a 20 °C referida al agua a 4 °C	2.180
Índice de refracción a 20 °C N <sub>D</sub> <sup>20</sup>	1.5380
Presión de vapor a 20 °C	8.5 mm Hg
Presión de vapor a 75 °C	119.9 mm Hg
Presión de vapor a 100 °C	295.3 mm Hg
Viscosidad a 20 °C	1.727 centipoise
Calor específico: Sólido A - 15.3 °C	0.124 Cal/gr °C
Líquido A - 21.3 °C	0.173 Cal/gr °C
Calor de fusión a 9.9 °C	13.92 Cal/gr
Calor de vaporización a 130.8 °C	46.24 Cal/gr
Calor de transición a - 23.6 °C	2.47 Cal/gr
Temperatura crítica	309.8 °C
Presión crítica	70.6 atmosferas

Coeficiente de dilatación a 15-30 °C	0.000958 por °C
Constante dieléctrica a 20.5 °C (10 <sup>5</sup> ciclos/seg)	4.47
Solubilidad en agua a 20 °C	0.404 Gr/100gr.

Es completamente miscible en: Tetracloruro de carbono  
Benceno  
Gasolina  
Eter  
Alcohol

En síntesis los dos átomos de bromo son reemplazables, pero en las condiciones ordinarias el compuesto es muy estable, no es inflamable. Por exposición a la luz puede producir una ligera descomposición. Entre 340 °C y 370 °C en un recipiente Pyrex, el bromuro de etileno se descompone en bromuro de vinilo (CH<sub>2</sub>.CH Br) y ácido bromhídrico. La hidrolisis a temperatura elevada da glicol etilénico, la reacción con cinc en alcohol da como resultado la formación de etano y bromuro de cinc. Si se deja que una mezcla de amoniaco líquido y bromuro de etileno se caliente hasta la temperatura ambiente puede ocurrir una explosión, produciéndose etileno diamina y homologos superiores.

#### 1.02. - U s o s

La mayor parte de bromuro de etileno se usa como ingrediente de las gasolinas con el fin de ayudar a expulsar el plomo (derivado del líquido antidetonante tetraetiluro de plomo) de los cilindros del motor.

Otros usos son como disolvente no inflamable para celuloide, otras resinas, gomas y ceras, como intermedio en la síntesis de varios colorantes y productos medicinales; adición a fumigantes para el suelo agrícola contra las larvas de agriotes (gusano alambre) y los nematodos. En la fumigación de los granos basta una dosis de 2 Gr/M<sup>3</sup> durante 16 horas para asegurar la muerte de todos los gorgojos y otros insectos. Las fumigaciones del suelo exigen de 0.94 a 1.98 ml de bromuro de etileno por metro cuadrado (9.4 a 19.8 litros por hectárea) diluidos en solución de 10% (en volumen) con nafta disolvente.



1.03. - Método de obtención.

Para fabricar el Bromuro de Etileno se hace pasar gas etileno a través de bromo en un recipiente de vidrio o cerámica enfriado con agua, el producto se extrae a contracorriente con el etileno entrante; para separar el bromo disuelto se neutralizan los ácidos y se fracciona el producto para separar pequeñas cantidades de cloro bromuro de etileno y compuestos de sustitución.

1.04. - Especificaciones del producto terminado.

Las especificaciones de los fabricantes exigen un producto incoloro de densidad entre 2.17 y 2.19 del cual destile el 90% en un intervalo de 2 C que contenga menos de un mililitro de ácido 0.01N por cada 100 ML.

1.05. - Factores de seguridad y manejo del Bromuro de Etileno.

El Bromuro de Etileno es venenoso y debe evitarse respirar los vapores. El contacto del líquido con la piel puede producir lesiones cuya gravedad depende de la duración del contacto, cuando el líquido ha penetrado se produce una sensación de quemadura y se destruyen los tejidos. Una prenda de ropa sobre la cual haya salpicado este compuesto debe quitarse inmediatamente, las partes de la piel afectadas deberán lavarse bien enseguida y exponerlas al aire.

El Bromuro de Etileno se expende en bagones tanques (Aprox. 118,000 - Lbs. neto) o en bidones de 55 Gal. (900 Lbs. neto), también se venden cantidades menores en frascos de 5 Lbs. o botes de hoja lata de 20 Lbs. no hay reglas especiales para el transporte por ferrocarril.

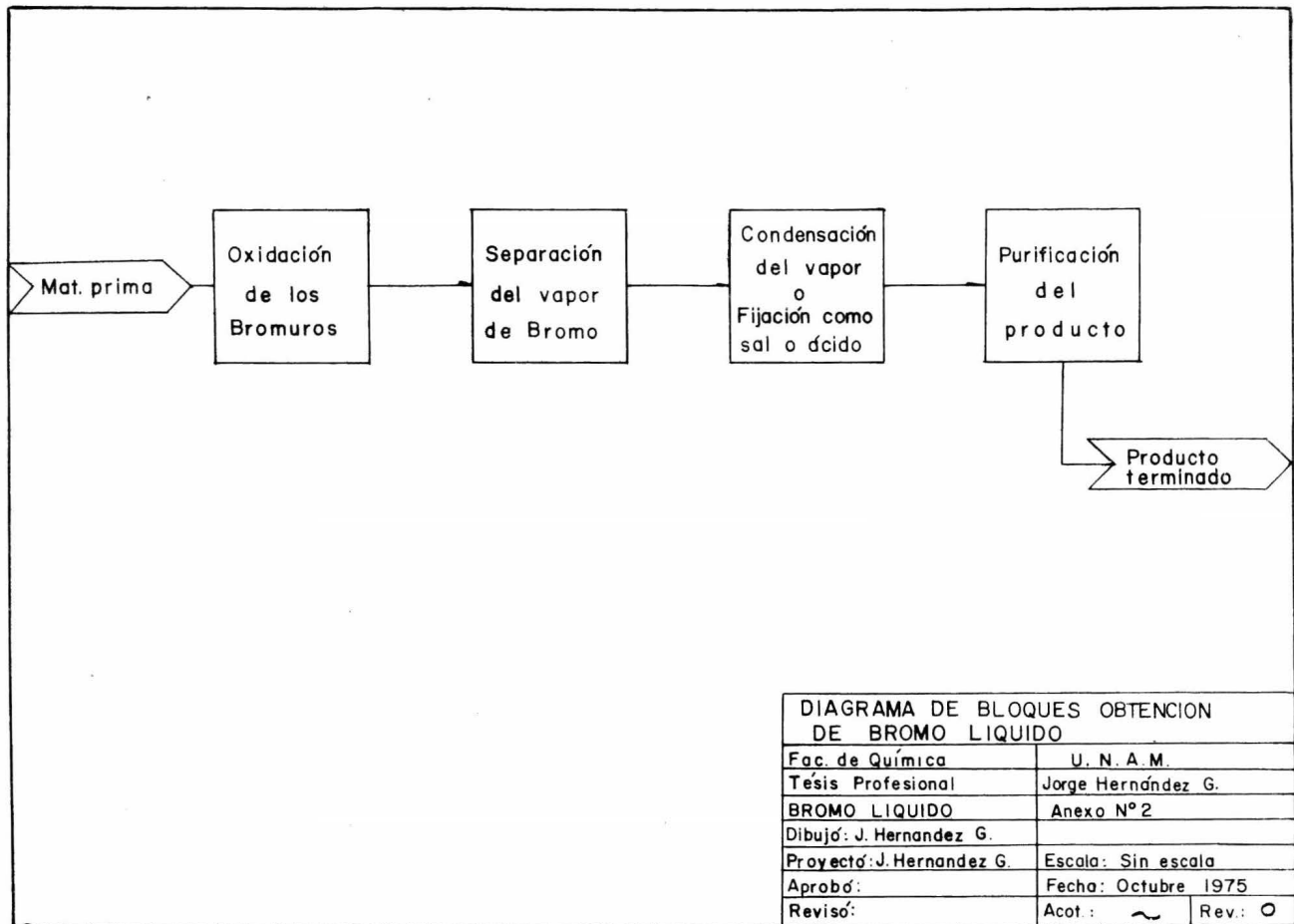
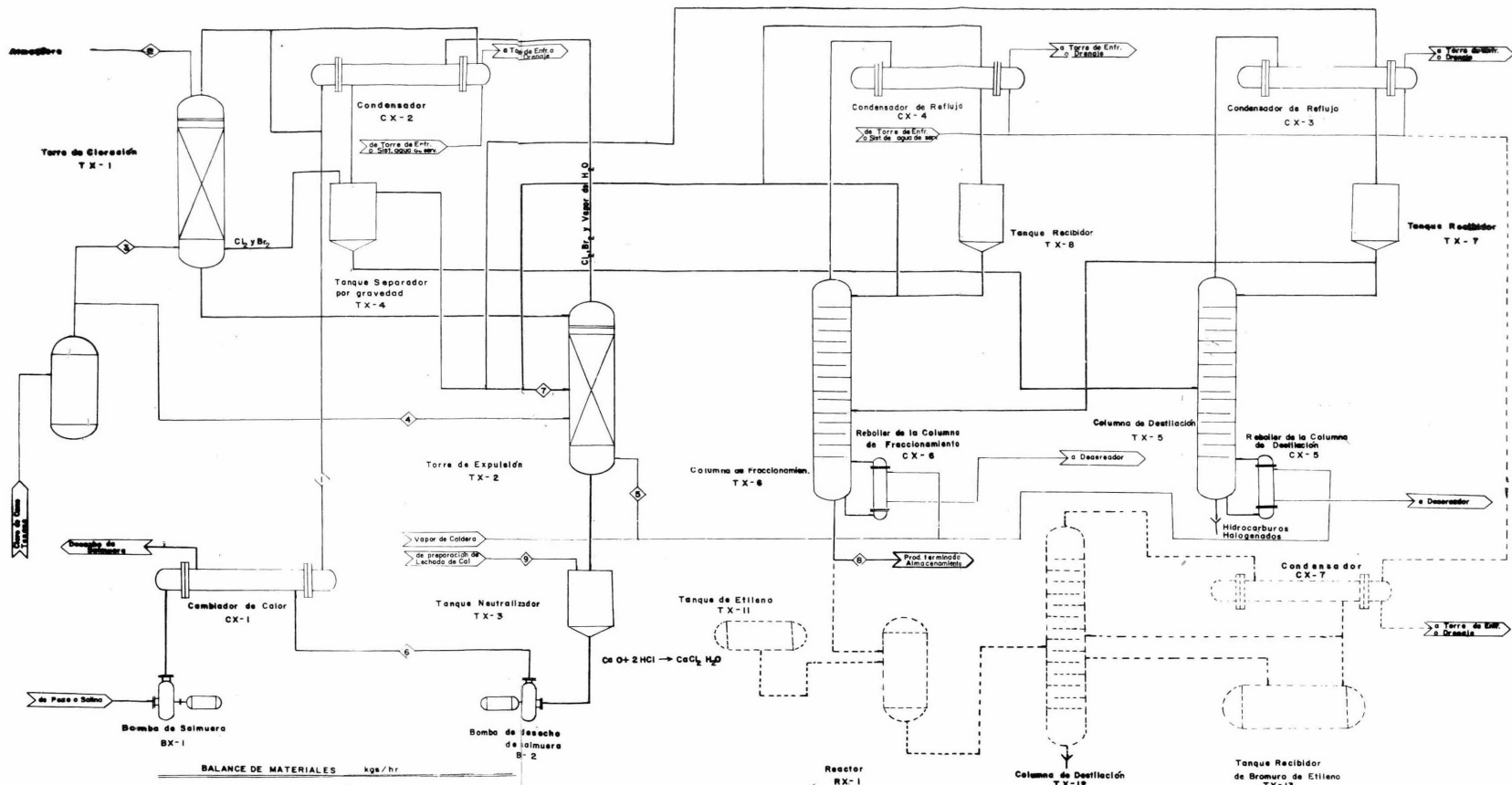


DIAGRAMA DE BLOQUES OBTENCION DE BROMO LIQUIDO	
Fac. de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández G.
BROMO LIQUIDO	Anexo N° 2
Dibujó: J. Hernandez G.	
Proyector: J. Hernandez G.	Escala: Sin escala
Aprobó:	Fecha: Octubre 1975
Revisó:	Acot: ~ Rev.: O

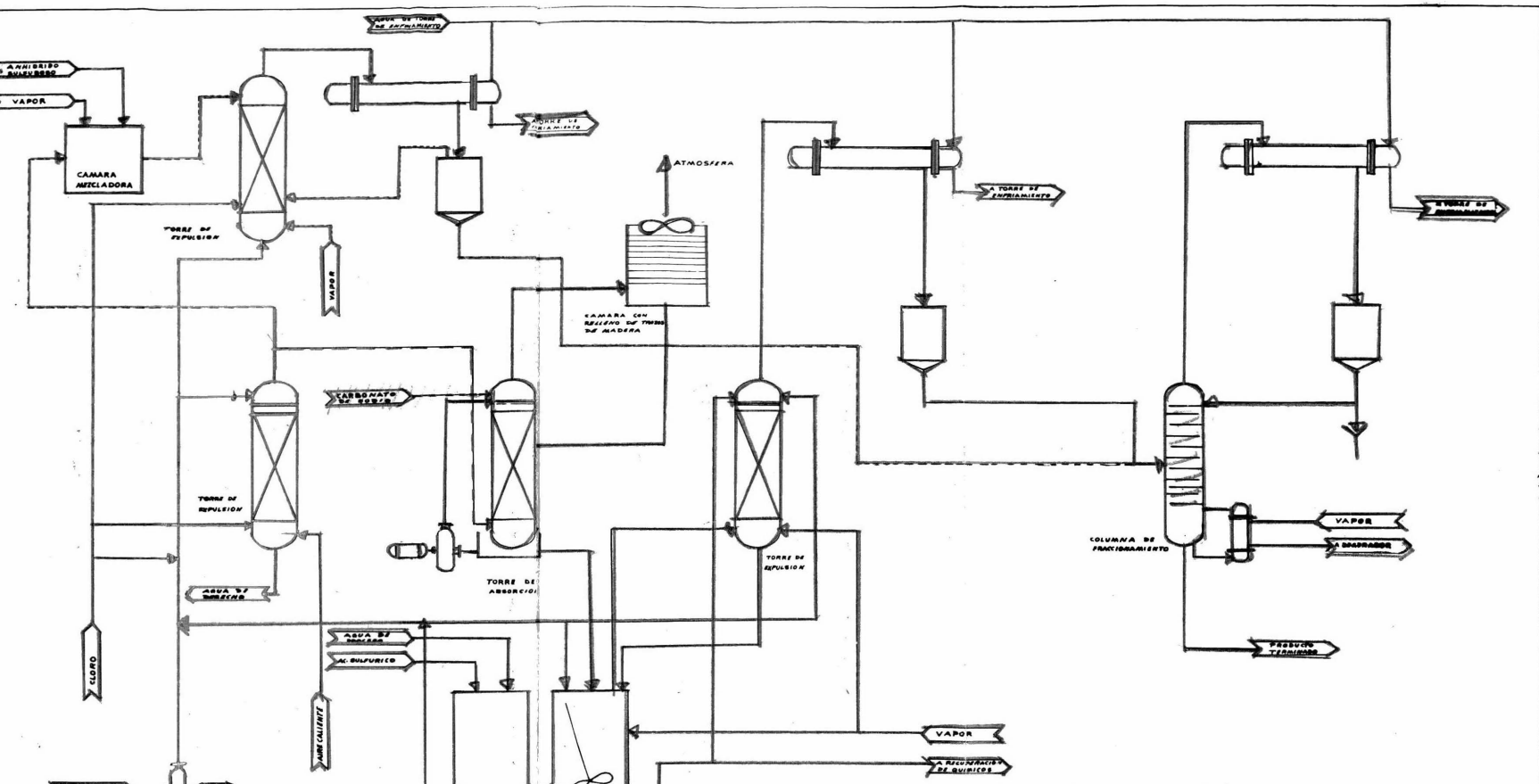


BALANCE DE MATERIALES kgs/hr

COMPONENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Agua Bruta	41,078.00																								
Cl <sub>2</sub>		4.0	40.0	94.0																					
H <sub>2</sub> O																									
Agua de Salmuera	2.81																								
Agua de Caliente									15,625.00																
Agua de Salmuera																									
Agua de Caliente																									
TOTAL	41,360.00	4.0	40.0	94.0	15,625.00				41,241.00																

NOTAS
— Proceso Bromo Líquido
- - - Proceso Bromuro de Etileno

DIAGRAMA DE FLUJO OBTENCIÓN DE BROMO LÍQUIDO A PARTIR DE SALMUERA	
Facultad de Química	U. N. A. M.
Tesis Profesional	Jorge Hernández Grandos
Bromo Líquido	Anexo N°3
Dibujó: Jorge Hernández G.	Escala: Sin escala
Proyectó: Jorge Hernández G.	Fecha: octubre 1975
Aprobó:	Acotó:
Revisó:	Rev.:



NOTAS	
-----	MODIFICACION AL PROYECTO

DIAGRAMA DE FLUJO OBTENCION DE BROMO LIQUIDO A PARTIR DEL AGUA DE MAR	
FACULTAD DE QUIMICA	U. N. A. M.
TESIS PROFESIONAL	JORGE HERNANDEZ GARCIA
BROMO LIQUIDO	ANEXO N° 9
DIBUJO: JORGE HERNANDEZ G.	ESCALA: SIN ESCALA
PROYECTO: JORGE HERNANDEZ G.	FECHA: 27-OCT-1978
APROBADO:	ACOF: ~ REV. 0