



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**“APORTACION AL ESTUDIO DEL PERFIL PARA LA  
FABRICACION DE SULFURO DE SODIO A PARTIR  
DE ACIDO SULFHIDRICO”**



# T E S I S

EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

S U S T E N T A N T E

**OSCAR ARTURO PEREDA SANTAMARIA**

**INGENIERO QUIMICO**

**1 9 8 2**



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.

# I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
1.1.    Introducción	1
1.2.    Objetivos	1
2. ESTUDIO DEL MERCADO	3
2.1.    El Producto en el Mercado	3
2.1.1.  Definición del Producto	3
2.1.2.  Naturaleza del Producto	5
2.1.3.  Usos del Producto	5
2.1.4.  Productos Substitutivos	6
2.2.    Análisis de la Demanda	7
2.2.1.  Comportamiento Histórico de la Demanda	8
2.2.2.  Proyección de la Demanda	8
2.3.    Análisis de la Oferta	12
2.3.1.  Comportamiento Histórico de la Oferta	12
2.3.2.  Importaciones	13
2.3.3.  Tendencia Futura de la Oferta	14
2.4.    Disponibilidad de Materias Primas	16
2.4.1.  Acido Sulfhídrico	16
2.4.2.  Hidróxido de Sodio	19
2.5.    Precios	22
2.5.1.  Precio en el Mercado Nacional	22
2.5.2.  Precio en el Mercado Internacional	23
2.6.    Resultado de la Comparación entre la Of <u>er</u> <u>ta</u> y la Demanda	26
2.7.    Comercialización	28
2.7.1.  Canales de Comercialización	28
2.8.    Participación Probable del Proyecto en el Mercado Nacional	29
2.9.    Macrolocalización	29

	PAGINA
3. ASPECTOS TECNICOS	31
3.1. Tecnología	31
3.1.1. Especificaciones Técnicas del Producto y Calidades Esperadas	31
3.1.2. Tecnología Disponibles en el Mercado	33
3.1.3. Selección y Adaptación de Tecnologías y Análisis de Alternativas	45
3.1.4. Descripción de las Etapas Principales del Proceso	50
3.2. Requerimientos de Materias Primas y Servicios	51
3.2.1. Balance de Materias	51
3.2.2. Balance de Energía	54
3.2.3. Servicios Auxiliares	58
4. INFORMACION FINANCIERA	60
4.1. Inversión Total Estimada	60
4.1.1. Activo Fijo	60
4.1.2. Capital de Trabajo	66
4.1.3. Inversión Diferida	71
4.2. Financiamiento	72
4.2.1. Fuentes de Financiamiento	72
4.2.2. Financiamiento del Proyecto	75
5. BENEFICIOS SOCIALES	84
5.1. Criterios del Mercado	84
5.2. Criterios Macroeconómicos	84
5.3. Criterios Financieros o del Proyecto	85
5.4. Criterios del Proceso	85
5.5. Criterios Tecnológicos	85

	PAGINA
6. CONCLUSIONES	88
6.1. Capacidad y Macrolocalización	88
6.2. Selección de Procedimientos de Producción	88
6.3. Equipos y Organización	89
6.4. Proyección Futura del Estudio	89
ANEXO 1	90
A.1.1. Estimación de la Utilidad	90
A.1.2. Porcentaje de Ganancias sobre Ventas	90
A.1.3. Ganancias sobre Ventas Después de Impuesto	90
A.1.4. Retorno sobre la Inversión	91
A.1.5. Tiempo de Recuperación	91
A.1.6. Margen de Utilidad	91
A.1.7. Índice de Rotación de Capital	91
A.1.8. Índice de Liquidez	92
A.1.9. Rentabilidad sobre la Inversión	92
BIBLIOGRAFIA	93

## 1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

### 1.1. Introducción

Dado el alto índice de desarrollo industrial que México esta sufriendo, y debido a que desde que se inició la producción de Sulfuro de Sodio en nuestro país, se ha tenido déficit de el producto, por lo cual ha sido necesario recurrir a las importaciones.

Parte del déficit de este producto podría ser eliminado con la instalación de una nueva planta productora con tecnología reciente, de capacidad adecuada y que proporcione un producto de la calidad apropiada.

Del mismo modo el alto costo que pueden tener las materias primas de primera calidad en cualquier proceso hacen necesario que en las nuevas tecnologías de producción se utilicen de ser posible materiales que para otras empresas sean de desecho y que en muchas ocasiones presentan un problema para el medio ambiente.

### 1.2. Objetivos

Los objetivos que se pretenden cubrir con este trabajo se enlistan a continuación:

- a) Definir la capacidad y una macrolocalización preliminar de la fábrica de Sulfuro de Sodio basado en datos estadísticos y la capacidad instalada de las compañías productoras así como de los principales centros de consumo y aprovisionamiento de materia-

les al momento de la iniciación del presente estudio.

- b) Teniendo en mente las cifras que se arrojen del punto a), efectuar una selección de procesos de producción que puedan ser los más apropiados para el medio nacional.
  
- c) Establecer un balance de masa y de energía para que a partir de los valores obtenidos sea posible estimar la capacidad de los equipos y sus espacios requeridos, así también de acuerdo con la estimación, establecer el monto de las inversiones necesarias proponiendo tentativamente una estructura organizativa, y políticas específicas para la adquisición de subministros así como de la salida del producto. Y políticas basadas en costumbres del comercio en nuestro medio.

NOTA: La presentación de este trabajo es de acuerdo con el Manual "Metodología y Procedimiento para la Presentación de Proyectos del Sector Público". Editado por la Secretaría de Patrimonio Industrial en 1976.

## 2. ESTUDIO DEL MERCADO

### 2.1. El Producto en el Mercado

La producción de Sulfuro de Sodio industrial en México se inicia a partir de 1956 en que la compañía "Industria Química Nacional, S.A." inicia sus operaciones, esta empresa continuó siendo el único productor nacional de Sulfuro de Sodio hasta el año de 1972, para este tiempo "Industria Química Nacional" ya se había fusionado con "Guanos y Fertilizantes, S.A." convirtiéndose esta última en "Fertilizantes Mexicanos, S.A." (Fertimex).

Al no ser la demanda de Sulfuro de Sodio satisfecha por la producción de "Fertimex, S.A." se motivó un aumento gradual en las importaciones, las cuales llegaron a un máximo de 3,596 toneladas en el año de 1969 representando unos \$6,250,000.00.

Esta escasez de producto nacional generó un incremento desproporcionado en el precio del Sulfuro de Sodio lo cual atrajo la atención de otros industriales y fué así como "Química Vise, S.A." y la compañía "Sales y Derivados de Barrio, S.A." incorporaron en sus operaciones en 1973 y 1975 respectivamente la producción de Sulfuro de Sodio.

#### 2.1.1. Definición del Producto

El Sulfuro de Sodio industrial es un producto que, contiene:

C\_o\_m\_p\_u\_e\_s\_t\_o%\_e\_n\_P\_e\_s\_o

Sulfuro de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ )	60% Min.
Otros Reductores	3.3% Max.
Cloruro de Sodio ( $\text{NaCl}$ )	3.8% Max.
Hierro ( $\text{Fe}$ )	1990 ppm.Max.
Residuo Insoluble en Agua	0.1% Max.

y se presenta generalmente en forma de trozos o escamas amarillos, en la presentación pura es un sólido cristalino soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol, en color amarillo se presenta cuando los cristales de Sulfuro de Sodio se hidratan (a temperatura ambiente) cuando son expuestos a los efectos de la luz y el aire.

Algunas características físicas y químicas se presentan a continuación:

Solubilidad en Agua:

Temperatura °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\frac{\text{g Na}_2\text{S}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$	15.4	18.8	23.5	28.5	39.8	42.7	45.7	51.4	59.2

Calor de Formación

En Solución Acuosa  $52.0 \frac{\text{kcal}}{\text{gmol}}$

En Fase Sólida  $44.2 \frac{\text{kcal}}{\text{gmol}}$

El Sulfuro de Sodio se hidroliza parcialmente dando lugar al Hidróxido de Sodio y al Hidrosulfuro de Sodio y se purifica por recristalización.

## Precauciones

El Sulfuro de Sodio presenta algunos riesgos ya que al contacto con ácidos libera gases venenosos, quema la piel y los ojos, por lo que es conveniente evitar respirar el polvo o ponerlo en contacto con los ojos y la piel, así como echarlo a cañerías que puedan contener ácidos, es inflamable.

### 2.1.2. Naturaleza del Producto

El Sulfuro de Sodio industrial es un producto directo final en el caso que se propone, mediante su elaboración a partir de Acido Sulfídrico e Hidróxido de Sodio.

El Sulfuro de Sodio industrial también es un producto final directo en el caso de "Fertimex" y "Química Vise" compañías que lo obtienen utilizando Sulfato de Sodio y Carbón Mineral como materias primas, mediante la reducción del Sulfato de Sodio con el Carbón Mineral en hornos de fundición.

En el caso de "Sales y Derivados de Bario" y "Quinor mex" el Sulfuro de Sodio industrial significa un subproducto en la elaboración de Carbonato de Bario.

### 2.1.3. Usos del Producto

El uso más importante de este producto se encuentra en la industria de la curtiduría en la que actúa como agente depilante antes del curtido de las pieles así como para evitar la putrefacción de las mismas,

se puede decir que un 80% del consumo total del Sulfuro de Sodio es empleado en esta industria.

En la industria de la celulosa y del papel el Sulfuro de Sodio se utiliza para disminuir la hidrólisis y aumentar el rendimiento de la celulosa en la obtención del papel por la ruta Kraft.

En la industria metalúrgica se utiliza como agente colector en la flotación de minerales de cobre así como para separar el Sulfuro de Cobre Iniquel de concentrados minerales complejos.

En la industria textil se emplea para la limpieza de fibras sintéticas y en especial como medio sulfurante de la fibra viscosa cruda.

En la industria de los colorantes se utiliza como agente reductor en la elaboración de Anilinas y para la producción de colores al Azufre como el "Negro al Azufre" y el "Azul al Azufre".

En la industria química se usa como materia prima básica en la fabricación de Hiposulfito de Sodio (conocido como Hipo) al hacer reaccionar al Sulfato de Sodio con Azufre.

#### 2.1.4. Productos Substitutivos

Dentro de la industria de la curtiduría además del método de depilación por medio de Sulfuro de Sodio existen otros como: depilación con cal, con Sulfato de Dimetilamina, depilación enzimática, depilación

bacteriana, depilación con Hidrosulfuro de Sodio, y por último depilación con Hidrosulfito de Sodio. Ninguno de los métodos anteriores pueden considerarse como posible sustituto del Sulfuro de Sodio debido a que son mucho más complicados y costosos, solo en el caso del depilado de pieles muy finas se utiliza el Hidrosulfuro y el Hidrosulfito de Sodio.

En la industria de los colorantes debido a que los colorantes al "Azufre" están siendo substituidos por otros materiales en los cuales no se requiere el uso del Sulfuro este tiende a desaparecer.

En la industria química, el Hiposulfito de Sodio Fotográfico elaborado a partir del Sulfuro de Sodio, algunas veces se puede substituir por el Tiosulfato de Amónio con el que se obtiene mas rapidez en el revelado pero tiene el inconveniente de ser más caro que el Hiposulfito, por lo que no se espera que pueda substituirlo totalmente.

## 2.2. Análisis de la Demanda

Como se menciona en la sección anterior el principal consumidor de Sulfuro de Sodio industrial es la industria de la curtiduría cuyas principales fábricas están localizadas en tres zonas principales que son:

- a) Distrito Federal y Estado de México.
- b) El Estado de Guanajuato.
- c) El Estado de Jalisco.

Con el fin de analizar la demanda de Sulfuro de Sodio

se utiliza como uno de los mejores estimadores del Consumo Nacional Real a el Consumo Nacional Aparente.

2.2.1. Comportamiento Histórico de la Demanda  
(Consumo Nacional Aparente)

El Consumo Nacional Aparente se calcula a partir de los datos de producción nacional, importaciones y exportaciones para este caso en particular se consideran solamente los datos de producción nacional e importaciones ya que no se han tenido exportaciones de este producto, exceptuando las realizadas en el año de 1976.

Los datos del Consumo Nacional Aparente de 1962 a 1978 se muestran en la Tabla 1 donde se puede apreciar un incremento considerable en las importaciones durante los años de 1969 y 1976. Esto debido a compras excesivas posiblemente de pánico al tener problemas de producción "Fertimex", por esta misma razón se observa que en los años siguientes a este fenómeno las importaciones disminuyen notablemente.

2.2.2. Proyección de la Demanda

Para la proyección de la demanda de Sulfuro de Sodio, se extrapolo la tendencia histórica del Consumo Nacional Aparente mediante una regresión múltiple tomando en cuenta el periodo comprendido entre los años de 1965 y 1978.

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos para el Consumo Nacional Aparente los cuales representan

T A B L A 1

## CONSUMO NACIONAL APARENTE DE SULFURO DE SODIO EN MEXICO

A Ñ O	PRODUCCION NACIONAL (t.p.a.)	IMPORTACIONES (t.p.a.)	EXPORTACIONES (t.p.a.)	CONSUMO NACIONAL APARENTE (t.p.a.)
1962	2023	412	0	2435
1963	2109	406	0	2515
1964	2645	872	0	3517
1965	2400	867	0	3267
1966	2490	244	0	2734
1967	3125	857	0	3982
1968	2874	1153	0	4027
1969	1829	3596	0	5425
1970	2862	141	0	3003
1971	3616	485	0	4101
1972	3447	246	0	3693
1973	4198	475	0	4673
1974	4533	494	0	5027
1975	5042	846	0	5888
1976	5543	1450	100	6593
1977	5256	268	0	5524
1978	4667	639	0	5306

una función del tipo lineal de la forma:

$$Y = 207.9 X + 2346.6$$

con un coeficiente de correlación de: 0.837, donde "Y" representa el Consumo Nacional Aparente y "X" el año tomando como 1 a 1962, 2 a 1963, etc.

T A B L A 2

CONSUMO NACIONAL APARENTE ESTIMADO

X	AÑO	C.N.A. ESTIMADO
18	1979	6089.8
19	1980	6297.7
20	1981	6505.7
21	1982	6713.6
22	1983	6921.6
23	1984	7129.5
24	1985	7337.5
25	1986	7545.4
26	1987	7753.4
27	1988	7961.3

T A B L A 3

## PRODUCCION NACIONAL DE SULFURO DE SODIO

AÑO	FERTIMEX		QUIMICA VISE		SALES Y DERIVADOS DE BARIO Y QUIROMEX		PRODUCCION NACIONAL t.p.a.
	PROD. t.p.a.	% PROD. NAL.	PROD. t.p.a.	% PROD. NAL.	PROD. t.p.a.	% PROD. NAL.	
1962	2023	100%	-	-	-	-	2023
1963	2109	100%	-	-	-	-	2109
1964	2645	100%	-	-	-	-	2645
1965	2400	100%	-	-	-	-	2400
1966	2490	100%	-	-	-	-	2490
1967	3125	100%	-	-	-	-	3125
1968	2874	100%	-	-	-	-	2874
1969	1829	100%	-	-	-	-	1829
1970	2862	100%	-	-	-	-	2862
1971	3616	100%	-	-	-	-	3616
1972	3447	100%	-	-	-	-	3447
1973	3568	85%	630	15%	-	-	4198
1974	3813	84%	720	16%	-	-	4553
1975	3752	74%	810	17%	480	9%	5042
1976	4253	77%	810	15%	480	8%	5543
1977	3966	75%	810	16%	480	9%	5256
1978	3377	72%	810	18%	480	10%	4667

## 2.3 Análisis de la Oferta

La oferta de Sulfuro de Sodio en México depende de las cuatro compañías productoras, que son "Fertimex, S.A.", Química Vise, S.A.", "Sales y Derivados de Bario, S.A." y "Quiromex, S. A." siendo la más importante por la cantidad producida "Fertimex, S.A."

### 2.3.1. Comportamiento Histórico de la Oferta (Producción Nacional)

En el año de 1956 se inició la Producción Nacional de Sulfuro de Sodio en México con la apertura de la planta de Industria Petroquímica Nacional, S.A. con una capacidad instalada de 2,800 t.p.a. en San Cristobal, Ecatepec posteriormente al fusionarse "Industria Petroquímica Nacional" con "Guanos y Fertilizantes Mexicanos" (actualmente Fertimex) esta empresa fue la única productora hasta 1972, habiendo ampliado dicha empresa sus instalaciones en el año de 1970 a una capacidad instalada de 5,800 t.p.a., dicha producción no ha sido nunca alcanzada siendo el máximo de producción obtenida de 4,250 t.p.a. teniendo un promedio de producción en los últimos años de 4,110 t.p.a.

En el año de 1973 Química Vise, S.A. inicia sus operaciones como productor de Sulfuro de Sodio en trozos con una planta en la Ciudad de León, Gto. y una capacidad instalada de 900 t.p.a. producción que tampoco ha sido alcanzada y teniendo una producción real de 810 t.p.a.

En 1975 "Sales y Derivados de Bario, S.A." y "Quiro

mex, S.A." inician la producción de Sulfuro de Sodio en forma líquida, obteniendolo como un subproducto en la fabricación de Carbonato de Bario teniendo estas dos compañías una producción de 240 t.p.a.

Resumiendo lo anterior podemos ver que desde el inicio de operaciones hasta el año de 1972, la producción de Sulfuro de Sodio de "Fertimex" representó el 100% de la producción nacional y a partir de 1973 a la fecha la producción de dicha compañía representa aproximadamente el 75% de la producción total. En la Tabla 3 se puede observar la producción nacional de Sulfuro de Sodio y los porcentajes que de dicha producción cubrió cada uno de los productores, para estos cálculos se consideró que "Química Vise, S.A." trabajó al 70% de su capacidad instalada (900 t.p.a.) durante su primer año de operaciones, al 80% durante el segundo y al 90% los demás años.

### 2.3.2. Importaciones

En este renglón el Sulfuro de Sodio a tenido períodos de compras desmedidas al exterior en los años de 1969 y 1976 con un respectivo descenso en dichas compras en los años de 1970 y 1977 debidos a las grandes cantidades importadas en los años anteriores, cabe hacer notar que en los periodos comprendidos entre 1962 a 1968 y 1970 a 1975 las importaciones han mantenido un incremento gradual.

Los principales proveedores de Sulfuro de Sodio para México han sido la República Federal de Alemania y los Estados Unidos de América.

Los datos de las importaciones de Sulfuro de Sodio se pueden ver en la Tabla (4).

### 2.3.3. Tendencia Futura de la Oferta

Durante el periodo comprendido de 1971 a 1978 "Fertimex" ha tenido una Producción promedio de 3,700 toneladas por año con una leve tendencia a disminuir en los últimos años, de acuerdo con este promedio y a la capacidad instalada, (5,800 t.p.a.), se tiene que la planta de "Fertimex" ha trabajado con una eficiencia promedio del 64% habiendo tenido una eficiencia máxima del 72% en el año de 1976.

De 1973 a 1978 Química Vise, S.A. ha tenido una producción constante con un promedio anual de 765 toneladas por año sin tendencia a disminuir ya que en los últimos años presenta una producción estable de 810 toneladas al año lo que representa una eficiencia del 90% respecto a su capacidad instalada (900 t.p.a.) para fines de 1979 se tenía programada una ampliación de las instalaciones de "Química Vise, S. A." con la cual su capacidad instalada llegará a ser de 1,800 t.p.a.

Las otras dos compañías productoras de Sulfuro de Sodio que son "Sales y Derivados de Barrio" y "Quiromex" no han variado su producción en los últimos años, manteniéndola en 240 t.p.a., y no se tiene conocimiento de cambios en su capacidad de producción de Sulfuro de Sodio ya que para estas compañías representa un subproducto.

En la Tabla (5) se puede observar la tendencia futura

T A B L A 4

IMPORTACIONES DE SULFURO DE SODIO

A Ñ O	TONELADAS
1962	412
1963	406
1964	872
1965	867
1966	244
1967	857
1968	1153
1969	3596
1970	141
1971	485
1972	246
1973	475
1974	494
1975	846
1976	1150
1977	268
1978	639

de la oferta tomando en cuenta que la ampliación de "Química Vise, S.A." trabajara durante 1980 a un 70% de su capacidad, en 1981 al 80% de su capacidad y de 1982 en adelante se considerara un 100%.

T A B L A 5

TENDENCIA DE LA OFERTA DE SULFURO DE SODIO

ANO	FERTIMEX t.p.a.	QUIMICA VISE,S.A. t.p.a.	SALES Y DERIVADOS DE BARIO Y QUIROMEX	TOTAL
1979	3700	810	480	4990
1980	3700	1440	480	5620
1981	3700	1530	480	5710
1982	3700	1800	480	5980
1983	3700	1800	480	5980

2.4. Disponibilidad de Materias Primas

Las materias primas que se requieren para la elaboración de Sulfuro de Sodio mediante la tecnología base del presente estudio son Acido Sulfhídrico y Sosa (como desecho de las refinarias).

2.4.1. Acido Sulhídrico

El Acido Sulfhídrico es un gas incoloro de olor desagradable, soluble en agua y alcohol, que tiene un punto de ebullición de menos 60.2 grados centigrados y un punto de fusión de menos 83.3 grados centigra-

dos, su volumen específico es de 0.7 litros/gramo (21° C a.t.m.) y se descompone a 260° C se obtiene normalmente como subproducto de las refineras petroleras, aunque también se le obtiene mediante la reacción de Acido Sulfúrico sobre algún Sulfuro (normalmente de Hierro) o mediante la reacción directa de Hidrógeno y Azufre bajo condiciones drásticas de presión y temperatura.

Pemex es el productor más importante de Acido Sulfhídrico en México, y lo obtiene como desecho en la refineras de Petroleo, y básicamente su producción se destina a la manufactura de Azufre elemental, ya que actualmente tiene pocos usos, de los cuales los más importantes son: como reactivo en la purificación de ácidos clorhídrico y sulfúrico, y en la fabricación de Azufre elemental, para garantizar la operación de sus refineras Pemex tiene sistemas de incineración donde una parte del Acido Sulfhídrico es incinerado. El Acido Sulfhídrico producido por Pemex se obtiene a partir de las endulzadoras de gas (Girbotol). La función de estas plantas es eliminar del gas natural el Acido Sulfhídrico y el Dióxido de Carbono que lo contaminan. El Sulfuro de Hidrogeno, como también se le llama a este gas se envasa en cilindros de acero a una presión de 24-28 a.t.m. o en vagones cisternas de 60 toneladas.

Este gas en forma anhídrico, es relativamente poco corrosivo para el acero al carbono y para una variedad de materiales como Stellite de aleación Co-Cr-W, Hinconel de Ni-Cr-Fe; Ni-resistente; acero colado-niquel, y los tipos 304 y 316 de acero inoxidable.

Formando mezclas al Acido Sulfhídrico es mucho más corrosivo, el acero al carbón se corroe con este gas a razón de 0.1 pulgadas por año. Esta razón de corrosión es una función de las condiciones locales y de otros materiales presentes. El Acero Inoxidable particularmente el del tipo 316 es a menudo adecuado para su manejo.

El Acido Sulfhídrico es inflamable y muy peligroso por lo que es necesario para su uso en la industria extremar las precauciones.

La composición típica del gas de desechos en las refinerías del cual se puede obtener Acido Sulfhídrico es la siguiente:

Sulfuro de Hidrógeno	74.73%
Dióxido de Carbono	10.42%
Dióxido de Azufre	0.1 %
Otros Compuestos	14.65%

Los Hidrocarburos presentes en esta mezcla son recuperados por Pemex en sus refineries.

La producción actual de este compuesto y la localización de las plantas se muestra en la Tabla.6.

También se tiene conocimiento de que Petroleos Mexicanos dentro de sus futuros planes de ampliación en sus plantas de Poza Rica y de Cactus con una capacidad de 40,000 t.p.a. y 255,000 t.p.a. respectivamente. Así mismo se proyecta la instalación de otra planta en el Estado de Tabasco la cual ten-

dra una capacidad de 255,000 t.p.a. aproximadamente.

T A B L A 6

UNIDADES PRODUCTORAS DE ACIDO SULFHIDRICO, CAPACIDAD Y LOCALIZACION

REFINERIA	CAPACIDAD	LOCALIZACION
Azcapotzalco	10,000 t.p.a.	México, D.F.
Madero	35,800 t.p.a.	Tamaulipas
Poza Rica	55,000 t.p.a.	Veracruz
Salamanca	78,000 t.p.a.	Guanajuato
Cactus	190,000 t.p.a.	Chiapas
Tula	67,300 t.p.a.	Hidalgo

2.4.2 Hidróxido de Sodio

El Hidróxido de Sodio que se encuentra normalmente en el mercado se produce mediante medios electrolíticos a partir de soluciones de Cloruro de Sodio, en su forma sólida se presenta en escamas, barras, o terrones blancos, que se hidratan fácilmente a una concentración entre 60 y 76% de Hidróxido de Sodio, o en solución al 50% y 73% de Hidróxido de Sodio.

En su forma pura obtenida por alcohol tiene un punto de fusión de 318°C y un punto de ebullición de 1390° C, es soluble en agua, alcohol y glicerol.

El Hidróxido de Sodio se produce en México por las siguientes compañías.

<u>C o m p a ñ í a</u>	<u>L o c a l i z a c i ó n</u>
Celuloza y Derivados, S.A.	Monterrey, N. L.
Industrial San Cristóbal, S.A.	Ecatepec, Edo. de México
Fertimex, S.A.	Salamanca, Gto.
Industria Química del Istmo, S.A.	Coatzacoalcos, Ver.
Industria Química de México, S.A.	Morelia, Mich.
Pennwalt, S.A.	Santa Clara, Edo. de México
Pennwalt del Pacífico, S.A.	El Salto, Jal.
Producción Básica Nacional, S.A.	Ecatepec, Edo. de México
Sosa Texcoco, S.A.	Ecatepec, Edo. de México

Las cuales han tenido una producción en los últimos años de:

<u>A ñ o</u>	<u>Producción de Sosa Cáus- tica al 100% en México Miles de toneladas</u>
1970	171
1971	171
1972	174
1973	188
1974	222
1975	209
1976	228
1977	264
1978	287

Como se puede ver en la Tabla 7 del Consumo Nacional Aparente de Sosa Cáustica la producción no ha logrado cumplir con la demanda lo que ha generado que se presenten importaciones, a pesar de que la capacidad instalada es mucho mayor se han presentado algunas fallas debidas a factores de operación que no han permitido alcanzar los niveles de las capacidades normales de las plantas productoras.

T A B L A 7

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE SOSA CAUSTICA AL 100%

AÑO	PRODUCCION t.p.a.	IMPORTACIONES t.p.a.	CONSUMO NACIONAL APARENTE t.p.a.
1970	171,000	10,168	181,168
1971	171,271	3,304	173,075
1972	174,386	9,425	180,609
1973	188,357	23,053	206,330
1974	222,316	28,169	244,536
1975	200,900	27,504	232,039
1976	228,397	38,200	266,411
1977	263,570	67,746	331,316
1978	277,312	135,492	412,804

La compañía "Cloro de Tehuantepec" empezó a operar una planta para producir Sosa Cáustica en el año de 1980 con una capacidad instalada de 260,000 t.p.a. con lo que se espera cubrir la demanda nacional en un corto plazo.

Para el proyecto objeto del presente estudio se su-

giere obtener el Hidróxido de Sodio de el licor de desecho de las plantas endulzadoras de las refinarias cuya composición típica es de:

NaOH	10.5%
NaS	4.3%
NaCO <sub>3</sub>	0.56%
Fenoles	10.3%
Mercaptanos	2.14%

## 2.5. Precios

### 2.5.1. Precios en el Mercado Nacional

El precio del Sulfuro de Sodio en el mercado nacional varia entre un 10 o un 20% de acuerdo con la compañía que lo produzca, en la Tabla 8 se puede ver esquemáticamente el precio promedio nacional a partir de 1970 así como el incremento que este ha tenido año con año.

En el periodo comprendido de 1970 a 1973 se observa que el precio nacional de Sulfuro de Sodio se mantuvo más o menos estable con un incremento global del 9.1% en este periodo, a partir del año de 1974 los incrementos han sido mayores, teniendose para ese año un incremento de 37.5% en relación con 1973. - Para 1975 se presentó un incremento máximo de 56.7% con respecto al precio de 1974, los años siguientes presentan tendencia más amortiguada en el incremento de los precios con unos porcentajes de 10% en 1976 con respecto a 1975, del 26.4% en 1977 con respecto a 1976, del 7.8% en 1978, y del 8.3% en 1980 con respecto a 1979 con incremento promedio para

este periodo del 14,16% anual.

Estos incrementos son consecuencia de la inflación que se sufre en el país.

T A B L A 8

PRECIO EN EL MERCADO NACIONAL DEL SULFURO DE SODIO  
PRODUCIDO EN MEXICO

AÑO	PRECIO \$/TON	INCREMENTO
1970	2,200	-
1971	2,200	-
1972	2,400	9.1%
1973	2,400	-
1974	3,300	37.5%
1975	5,170	56.7%
1976	5,690	10.0%
1977	7,190	26.4%
1978	7,750	7.8%
1979	7,750	-
1980	8,400	8.3%

2.5.2. Precio en el Mercado Internacional

El precio del Sulfuro de Sodio en el mercado internacional presenta dos etapas en las cuales hubo un incremento paulativo, estos periodos son los comprendidos de 1970 a 1974 y de 1975 a 1979 en el periodo de 1974 a 1975 es cuando se tuvo un alza desproporcional en el precio (72.3%) en la Tabla 9 se muestran las variaciones que ha registrado el precio del

T A B L A 9

PRECIO EN EL MERCADO INTERNACIONAL DE SULFURO DE SODIO  
( L.A.B. NEW YORK U.S.A. )

A Ñ O	PRECIO U.S.DOLAR TON.	TIPO DE CAMBIO PESOS U.S.DOLAR	PRECIO PESOS TON.	INCREMENTO
1970	140	12.50	1750	---
1971	143	12.50	1788	2.1%
1972	143	12.50	1788	---
1973	145	12.50	1813	1.3%
1974	145	12.50	1813	---
1975	250	12.50	3125	72.3%
1976	275	20.05	5514	76.4%
1977	275	22.00	6050	9.7%
1978	275	22.50	6187	2.2%
1979	306	22.90	7007	13.3%
1980	306	23.50	7191	2.6%

T A B L A    1 0

PRECIOS ESTIMADOS DEL SULFURO DE SODIO

A Ñ O	PRECIO NACIONAL \$/TON.	PRECIO INTERCIONAL U.S. DLLS./TON.
1980	8,641.82	321.55
1981	9,380.18	342.16
1982	10,118.55	362.78
1983	10,856.91	383.40
1984	11,595.27	404.02
1985	12,333.64	224.64
1986	13,072.00	445.25
1987	13,810.36	465.87
1988	14,584.63	486.49
1989	15,287.09	507.11

NOTA: El precio internacional del Sulfuro de Sodio esta estimado en base al precio L.A.B. Puerto de Nueva York en Estados Unidos, para poder compararlo con el precio nacional sera necesario aumentar en un 25-30% adicional de flete que causaría hasta un puerto nacional.

**Sulfuro de Sodio en el mercado internacional**  
(F.O.B. Puerto de Nueva York en Estados Unidos)  
así mismo en dicho cuadro se presenta el incremento que han tenido estos precios para el comprador nacional ya que a partir del año de 1976 en que nuestra moneda se devaluó afectando al comprador nacional lo que muestra dos periodos en los que el incremento ha sido grande, el de 1974 a 1975 que se menciona anteriormente del 72.3% y de 1975 a 1976 en que el incremento fue del 76.4%, este último causado por la devaluación, durante los últimos cinco años se ha tenido un incremento global del 28.4%.

Para poder comparar este precio con el del mercado nacional es necesario considerar el precio del flete marítimo desde el puerto de Nueva York en Estados Unidos hasta un puerto en el territorio nacional. El precio de este transporte sería de 2,000 pesos por tonelada de Sulfuro de Sodio con lo que se tendría un precio total de 9,191 pesos por tonelada de Sulfuro de Sodio lo que representa un 8.1% más alto que el precio del producto nacional.

2.6. Resultado de la Comparación entre la Oferta y la Demanda

Con el fin de analizar las fuerzas que existen entre la oferta y la demanda en la Tabla 11 se muestra un balance entre éstas de acuerdo con los datos mostrados con anterioridad, de este balance se puede ver del déficit de Sulfuro de Sodio para 1983 será de 2,070 toneladas anuales.

T A B L A 11

DIFERENCIA ESTIMADA ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE  
SULFURO DE SODIO

A Ñ O	OFERTA t.p.a.	DEMANDA t.p.a.	DIFERENCIA
1979	4990	6410	1420
1980	5620	6745	1125
1981	5710	7100	1390
1982	5800	7475	1675
1983	5800	7870	2070
1984	5800	8280	2480
1985	5800	8715	2915
1986	5800	9175	3375
1987	5800	9660	3860
1988	5800	10165	4365

## 2.7 Comercialización

En un principio el Sulfuro de Sodio se comercializó por medio de las compañías distribuidoras (que lo importaban) que lo vendían directamente a los usuarios, al iniciarse la fabricación en México de Sulfuro de Sodio la venta se hacía también por medio de los distribuidores y en algunos casos se realizaban ventas directas a los consumidores.

Este sistema funcionó hasta el año de 1973 en que a raz de la especulación hecha por los distribuidores, "Fertimex, S.A." (que en ese tiempo controlaba un 85% de la producción nacional) realizó un convenio con las Cámaras de la Industria de la Curtiduría en: Guadalajara, Jal., León, Gto. y México, D.F. mediante el cual la comercialización de Sulfuro de Sodio destinado a esta industria, se hiciera a través de las Cámaras respectivas.

### 2.7.1. Canales de Comercialización

En la actualidad los canales de comercialización del Sulfuro de Sodio son: clientes directos (principalmente de la industria minera), distribuidores e importadores y las Cámaras de la Industria de la Curtiduría en México, D.F., León, Gto. y Guadalajara, Jal. siendo estos dos últimos, Cámaras y Distribuidores los más importantes para "Química Vise, S.A." y "Fertimex, S. A." mientras que "Sales y Derivados de Barrio, S.A." y "Quiromex, S.A." lo canalizan directamente hacia las industrias consumidoras del sector minero.

2.8. Participación Probable del Proyecto en el Mercado Nacional

De acuerdo con el balance entre oferta y demanda presentado en la Tabla (11) para el año de 1986 se tendrá un déficit de Sulfuro de Sodio de 3375 toneladas por año, por lo tanto se considera que una capacidad de producción de 3,000 toneladas anuales sería adecuada, tomando en consideración que el arranque de la planta del presente estudio sea para mediados de 1983 y tomando en cuenta que la producción de esta sea de un 25% el primer año del 50% para 1984 y del 75% para 1985 y alrededor del 90% de 1986 en adelante.

De acuerdo con esto se puede ver en la Tabla (12) que a pesar de la apertura de la planta productora de Sulfuro de Sodio seguira existiendo un déficit de este producto, dicha planta tendrá un 30% de la producción nacional a partir de 1986 en caso de no abrirse otras plantas productoras.

2.9. Macrolocalización

Debido a que una planta que produzca Sulfuro de Sodio utilizando como materia prima Acido Sulfhídrico de desecho de las plantas endulzadoras de gas tiene que estar cerca de una de ellas y siendo de todas estas plantas la de Salamanca, Guanajuato la que se encuentra situada más estratégicamente de acuerdo con los centros consumidores, se sugiere esta ciudad para la localización de la planta productora de Sulfuro de Sodio.

T A B L A 1 2

PARTICIPACION PROBABLE DEL PROYECTO EN EL MERCADO NACIONAL

A Ñ O	OFERTA OTROS PRO DUCTORES t.p.a.	OFERTA ESTE PRO YECTO t.p.a.	DEMANDA t.p.a.	BALANCE t.p.a.	PARTICI PACION %
1979	4,990	---	6,410	1,420	---
1980	5,620	---	6,745	1,125	---
1981	5,710	---	7,100	1,390	---
1982	5,800	---	7,475	1,675	---
1983	5,800	750	7,870	1,320	9.5
1984	5,800	1,500	8,280	980	18.1
1985	5,800	2,250	8,715	675	25.8
1986	5,800	3,000	9,175	375	32.7
1987	5,800	3,000	9,660	860	31.0
1988	5,800	3,000	10,165	1,365	29.5

### 3. ASPECTOS TECNICOS

#### 3.1. Tecnología

Existen en la actualidad diferentes métodos para la producción de Sulfuro de Sodio los cuales se dividen de acuerdo con los fines del presente trabajo en dos grupos, en el primero aquellos procesos que no utilizan Acido Sulfhídrico como materia prima, y en el segundo todos aquellos en los que se hace uso de este compuesto.

##### 3.1.1. Especificaciones Técnicas del Producto y Calidades Esperadas

La principal razón por la cual se propone el uso de una tecnología moderna para la producción de Sulfuro de Sodio es debido a que el que actualmente se produce en México no cumple con la calidad requerida por la industria de la curtiduría que es el principal consumidor de Sulfuro de Sodio en México la composición del Sulfuro de Sodio producido en México por Fertimex S.A. es la siguiente:

<u>C.o.m.p.u.e.s.t.o</u>	<u>% en Peso</u>
Sulfuro de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ )	60% Min.
Otros Reductores	3.3% Max.
Cloruro de Sodio ( $\text{NaCl}$ )	3.8% Max.
Hierro (Fe)	1990 ppm.Max.
Residuo Insoluble en Agua	0.1% Max.
Aqua	32%

Las especificaciones requeridas por la Industria de la Curtiduría son:

<u>C_o_m_p_u_e_s_t_o</u>	<u>%_en_Peso</u>
Sulfuro de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ )	60-62%
Otros Reductores	3%
Hierro Total (Fe)	8 ppm Max.
Residuo Insoluble en Peso	1% Max.

Como se puede observar, el Sulfuro de Sodio producido en México presenta un alto contenido de Hierro que sobrepasa las especificaciones que establece la industria de la curtiduría, esto es debido a que el proceso utilizado actualmente utiliza Carbón Mineral, como reductor del Sulfato de Sodio, el cual contiene Hierro.

La razón por la cual los curtidores requieren que el Sulfuro de Sodio no contenga Hierro es por la razón de que este mancha algunas pieles muy finas.

Como se mencionó anteriormente el Sulfuro de Sodio en su forma pura es un polvo cristalino blanco, cuyas principales características son:

Densidad	1.356 g/cm <sup>3</sup>
Peso Molecular	78.05
Punto de Fusión	920° C
Calor de Formación	-89.9 $\frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$

Su presentación en el mercado puede ser:

- En forma de pequeños trozos o escamas con un 60-62% de  $\text{Na}_2\text{S}$  los cuales presentan coloraciones rojizas o amarillentas que son debidas a impurezas, las rojizas son debidas a la presencia de Hierro y el amarillento es ocasionado por la presencia de Polisulfuros.
- En forma de cristales con una concentración de Sulfuro de Sodio de 30-34%. Estos cristales pueden presentar las mismas coloraciones que en el caso anterior.
- En forma líquida que es una solución que contiene de 15-18% de Sulfuro de Sodio.
- La forma del envase del Sulfuro de Sodio es generalmente en bolsas de papel recubiertas por dentro con polietileno cuando el producto es sólido, y en tambores metálicos cuando se presenta en solución.

### 3.1.2. Tecnologías Disponibles en el Mercado

Se presentan primero las que no requieren del Acido Sulfhídrico como materia prima para la producción de Sulfuro de Sodio.

- i. El método más antiguo para la producción de Sulfuro de Sodio es la reducción del Sulfato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) con carbón o coke a  $1000^\circ\text{C}$ , este proceso es el que se utiliza actualmente en México por Fertimex.

- ii. Otro método para la obtención de Sulfuro de Sodio por reducción se realiza mediante una mezcla de Hidrógeno y Nitrógeno y utilizando como catalizador Carbonato de Sodio a una temperatura de 750°C, este proceso ha sido estudiado por diferentes hombres de ciencia en países como Polonia, Alemania, Japón y aplicado a nivel industrial por Bayes en Alemania.
  
- iii. El Sulfuro de Sodio se obtiene también en la producción del Carbonato de Bario, solo que en este caso el Sulfuro de Sodio no es el producto principal, este proceso es el que utilizan en nuestro país Sales y Derivados de Bario y Quimex.

A continuación se presentan las patentes que se recopilaron sobre el proceso del cual es objeto el presente estudio; la obtención de Sulfuro de Sodio a partir de Acido Sulfhídrico, se aprecia que la mayoría de ellas carece de una explicación exhaustiva del fenómeno descrito, ya que al transcribirlas se respetó el nivel técnico presentado.

- iv. Proceso para la Producción de Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Alta Pureza.

James S. Scence y Charles T. Berlinghoff Niagara Falls, N.Y. cedida a Hooker Electrochemical Co. en New York, N.Y.

Patente Americana 2 252 867

Registrada el 21 de Abril de 1939

El proceso para la producción de Sulfuro de Sodio o de cualquier otro metal alcalino con relativa alta concentración y un bajo contenido de Hierro, comprende el tratamiento de una solución de Hidróxido de Sodio y otro metal alcalino de 70-78% de grado comercial y con una contaminación relativamente alta por metales con Acido Sulfhídrico hasta que el Hidróxido ha sido completamente convertido a Hidrosulfuro de Sodio o al correspondiente Hidrosulfuro de Metal Alcalino, y el color cambia de un color café rojizo a un verde oscuro; el Acido Sulfhídrico se burbujea a través de la solución continuando dicho tratamiento durante un período prolongado, hasta que la contaminación por metales en el Hidrosulfuro ha sido practicamente convertida en Sulfuros, y más tarde transformados de una presentación coloidal, a un precipitado facilmente filtrable; removiendo dicho precipitado y convirtiendo el Hidrosulfuro purificado a Sulfuro por la reacción con más Hidróxido de Sodio el cual contenga una baja contaminación por metales y una alta concentración.

- v. Proceso para la Obtención de Hidro Sulfuro de Sodio Sólido.

V.M. Modem Etal. USSR 201,301 (CL.CO1b)  
Patente Registrada el 15 de Marzo de 1965  
del Osobret, del Obrasisy  
Tovarnye Znaki 44 (18) 24,25

El Hidrosulfuro de Sodio se prepara por trata-

miento de soluciones de Hidróxido de Sodio con Acido Sulfhídrico, para la producción del Sulfuro de Sodio, el Acido Sulfhídrico se trata con las soluciones alcalinas para tratar de obtener una solución que contenga un 5% mínimo de Sulfuro de Sodio y una concentración máxima de Hidrosulfuro de Sodio del 35%, para la obtención del producto sólido se evapora dicha solución.

- vi. Proceso para la Obtención de Sulfuro e Hidrosulfuro de Sodio a partir de Hidróxido de Sodio de Desecho y Acido Sulfhídrico también de Desecho de la Refinerías.

Ko Fiuji y Eiden Takeda  
No presenta trámite de patente  
Kagahu Kojo 11 (5), 81-4 C1967  
Japón

El licor de desecho conteniendo Hidróxido de Sodio presenta una combinación típica de:

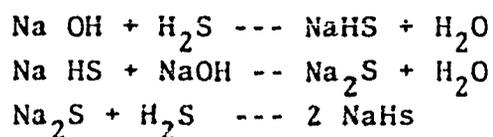
Na OH	10.5 % en Peso
Na S	4.3 % en Peso
Na CO <sub>3</sub>	0.56 % en Peso
Fenoles	10.3 % en Peso
Mercaptanos	2.14 % en Peso

Presenta una densidad relativa de 1.150 y el gas de desecho conteniendo Acido Sulfhídrico tiene una composición típica de:

H <sub>2</sub> S	74.73% en Peso
CO <sub>2</sub>	10.42% en Peso
Hidrocarburos	14.65% en Peso
SO <sub>2</sub>	0.10% en Peso

El licor de desecho y el gas de desecho obtenidos en las refineries de petroleo se utilizan para obtener Hidrosulfuro de Sodio.

El Hidrosulfuro de Sodio se produce por el contacto entre el licor de desecho y el gas también de desperdicio, las reacciones que se llevan a cabo son las siguientes:



Los Fenoles y Mercaptanos se separan en la fase de arriba, la cual tiene un contenido de 20-40% de Mercaptanos. La fase de abajo tiene un contenido de 18-20% en peso de Hidrosulfuro de Sodio y se concentra hasta la siguiente composición

NaHS	71.52% en Peso
Na <sub>2</sub> S	3.65% en Peso
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	1.02% en Peso
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.70% en Peso
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001% en Peso
HCl	0.005% en Peso

Esta reacción cambia de dirección debido a la presencia del Carbonato de Sodio, y la forma-

ción de Hidróxido de Amonio se suprime manteniendo la temperatura en la reacción por encima de los 65° y 80°- 100° respectivamente.

Durante la reacción la concentración de Sulfuro de Sodio pasó a través de un máximo; el PH, SPGr, y las concentraciones de Hidróxido de Sodio, y Bicarbonato de Sodio decrecen, mientras que las concentraciones de Hidrosulfuro de Sodio y Bicarbonato de Sodio se incrementan con el tiempo.

La operación de una planta en la que se utilice este proceso, puede operarse con un sistema intermitente o continuo. Si la concentración de Hidróxido de Sodio en el licor de desecho es también baja, este compuesto hasta llegar a la concentración deseada de Hidrosulfuro de Sodio, el punto de solidificación de estos compuestos (Hidróxido de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio) pasa a través de un mínimo cuando se incrementan sus concentraciones.

La cristalización del Sulfuro de Sodio nona Hidratado se prevee por un adecuado uso del control de la temperatura y concentración.

vii. Proceso para la Producción de Sulfuro e Hidro Sulfuro de Sodio

Matsubara, Hichio (Shikoku Kasei Kogyo Co LTD.)  
Registra el 21 de Agosto de 1964  
Japón 68 26, 375 (Cl.15 C 21) 13 Nov. 1968, 3 Pag.

Una solución de Hidróxido de Sodio se hace reac

cionar con Acido Sulfhídrico para obtener Sulfuro de Sodio sólido de alta pureza.

El gas conteniendo el Acido Sulfhídrico es circulado en una relación molar Sodio-Azufre de 1.05 o sea de 2.2 a 1 en una solución de Sosa al 50-75% de concentración, se burbujea en un recipiente de absorción, mientras el vapor de agua desprendido puede ser compensado y drenado del tanque hasta que la relación molar Sodio-Azufre pueda ser mantenida en el nivel deseado.

viii. Proceso para la Producción Continua de Soluciones de Hidrosulfuro de Sodio

Germendouk, Roll, Pessel, Horst. (Bayer)

Registrada el 6 de Septiembre de 1967

Alemania 1,300,909 (CR.CO1B) 14 de Agosto de 1969

4 pag.

Soluciones Hidrosulfuro de Sodio con una pureza relativa de un 30% aproximadamente son producidas por el tratamiento de Acido Sulfhídrico Gaseoso a una temperatura de 15-25% con una corriente de solución acuosa Sulfuro de Sodio - Hidrosulfuro de Sodio de 2 - 7 moles conteniendo de 0-150 g de Sulfuro de Sodio, y el residuo de Acido se absorbe en una solución de Hidróxido de Sodio - Sulfuro de Sodio de la misma concentración estequiométrica de la primera solución.

Una porción de la solución de Hidrosulfuro de Sodio obtenida en el primer paso es reciclada y mezclada con una porción de la solución, y se pa-

sa hacia el segundo paso de esta manera, un gas que contenga un 10% de Acido Sulfhídrico se pasa a través de las columnas I y II, donde una solución de Hidróxido-Sulfuro conteniendo de 20 a 25 g de Sulfuro de Sodio por kilogramo se recircula. El 5% del Acido que es absorbido en la columna II, por una circulación de la solución Hidróxido-Sulfuro cuya concentración se mantiene constante por la adición de una solución de Sosa al 36.27%.

Una porción de la solución proveniente de la segunda columna es adicionada a la solución de circulación de la primera columna en una relación de 1.15 para mantener el Sulfuro de Sodio a una concentración de 40g1Kg. El Acido Sulfhídrico introducido en la primera columna genera una solución con un contenido del 30% de Hidro sulfuro de Sodio y un 1% de Sulfuro de Sodio. La temperatura de las soluciones de absorción fue mantenida a 25°.

- ix. Proceso para la Producción de Sulfuro de Sodio Hexahidratado a partir de Sosa y una mezcla gaseosa de Acido Sulfhídrico.

CO y Vapor de Agua

Ozodzensky Kazimierz, Dyaezynski Andrzej, Napolska  
Joana (Zakla y Azotone. Pawla Findera)

Registrada el 29 de Junio de 1065

Polonia 58,057 (Ci.Bolj) 30 de Septiembre de 1969

2 pag.

Nota: Este artículo se refiere a la adaptación de una Toulua en la columna de reacción con el fin de preveer la formación de depósitos o incrustaciones en las paredes del reactor.

Para prevenir depósitos de formación soluciones concentradas o incrustaciones en las paredes del reactor, bajo las mallas o parrillas que llevan las partículas sólidas que reaccionan con el gas, se sugiere que las parrillas esten provistas de una tolva cónica abierta en el fondo, el reactor con la tolva es recomendado para la producción de Sulfuro de Sodio Hexahidratado a partir de Hidróxido de Sodio Sólido y una mezcla gaseosa de Acido Sulfhídrico y Vapor de Agua a una temperatura superior a los 160°.

- x. Proceso para la obtención de Hidrosulfuro de Sodio.

Alikin, G. Ya.; Brunou, V.N.; Okulou, A.D.; Reahetmikou, V.?.; Dombrounskil, U.S.; Medem, U.M. (Novo-Troitak Chromium Compound Plant)

Registrada el 26 de Febrero de 1971 con Número 162397

Rusia 394,297 (C1,C11b) 22 de Agosto de 1973.

dle Otkrytiya, Isobret, Prom. Obraztky, Tovarnye Znaki 1973 5 0, (34), 69.

El Hidrosulfuro de Sodio fue obtenido tratando soluciones de Sosa con Acido Sulfhídrico a distintos incrementos de temperatura con una subse-cuente evaporación para uso de soluciones alca-

linas de refinarias de petroleo, el Acido Sulfhídrico fue llevado a una concentración de 70-80% con un pH de 8.5-8.7 y la solución fue evaporada en dos etapas con una filtración intermedia. Para obtener una separación más completa del licor madre y unos cristales de poca calidad o burdos, la evaporación durante la primera etapa fue llevada a cabo hasta que el Hidrosulfuro de Sodio tuviese una concentración de 35-47%, y durante la segunda etapa hasta un 66-80%.

- xi. Tratamiento del Acido Sulfhídrico Gaseoso de Desecho de las Refinarias con Agua de Lavado también de Desecho para obtener una Solución de Hidrosulfuro de Sodio.

Suwata, Tatsuji, Kubota, Susumo, Yamada, Koji,  
(Mitsubishi Chemical Industries Co. Ltd.)

Registrada el 20 de Febrero de 1974 con Número  
7420,199

Japan Kokai; 75,114,397 (Cl.Co1B,Boid) el 8 de  
Septiembre de 1975.

El Acido Sulfhídrico gaseoso que se obtiene como desecho en las refinarias de petroleo, se trata con una solución de Sosa para formar el Hidrosulfuro de Sodio en dos etapas de absorción.

El Acido Sulfhídrico y el Amoniaco que lleva el agua de lavado con separados y tratados en la primera etapa de absorción, el Amoniaco y el Acido son también tratados en el último absorbe

dor de la segunda etapa. Por este método se recupera el Acido Sulfhídrico como Hidrosulfuro de Sodio y el Acido contenido en el líquido y/o el gas se trata simultaneamente.

Mediante este patente es posible obtener una solución conteniendo un 22% de Hidrosulfuro de Sodio y un 1% de Sulfuro de Sodio con 1 ppm de Amoniaco.

- xi. Proceso para la obtención de soluciones de Hidrosulfuro de Sodio mediante la absorción de Acido Sulfhídrico contenido en un gas.

ABE, KEN 20 (Fujo K.K.)

Registrada el 23 de Julio de 1974 con Número 7484, 809

Japan Kotai 7613378 (CL. Boid, Coib) 2 de Febrero de 1976. 3 pags.

Un gas con un alto contenido de Acido Sulfhídrico es introducido en una columna de absorción. Una solución alcalina es pulverizada en lo alto de esta columna de absorción. La solución alcalina después de la absorción del Acido y el remanente del fondo de la columna son también pulverizados. El Acido Sulfhídrico fue puesto en contacto en un absorbedor con dos espreas, la esprea de la parte inferior distribuye una solución alcalina de un reciclo a un gasto de 200 litros por minuto. La esprea de la parte superior distribuye una solución de Hidro

xido de Sodio a un gasto de 70 litros por minuto. La concentración del Acido contenido en los gases de salida del absorbedor fue de 0 p.p.m.

xiii. Proceso para la obtención de soluciones de Hidrosulfuro de Sodio.

Jackson, Romie Devell (Lion Oil Co.)

Registrada el 13 de Octubre de 1972 con número 293, 629

U.S. 3,839,548 (Cl. 423-560; Bold) 1° de Octubre de 1974.

Las refineries de petroleo obtienen gas amargo que contiene Acido Sulfhídrico y Dióxido de Carbono; este gas se pone en contacto con una solución acuosa de Hidróxido de Sodio de 20-44%, bajo condiciones tales, que permitan una absorción selectiva del Acido Sulfhídrico, con una virtual exclusión de absorción de CO<sub>2</sub>. Un vapor en flujo turbulento de gas amargo en contracorriente con una delgada película de la solución de Hidróxido de Sodio, manteniendo una interfase bien definida entre el gas y el líquido.

La velocidad lineal del gas es de 80-120 pies por segundo y el tiempo de contacto es de 0.2-2 segundos. Este proceso produce una solución acuosa conteniendo 28-32% de Hidrosulfuro de Sodio conteniendo como máximo 1% de Carbonato de Sodio.

Estas soluciones son especialmente apropiadas para utilizarse en la manufactura de papel empleando el proceso del Sulfato.

3.1.3. Selección y Adaptación de Tecnologías y Analisis de las Alternativas que Utilizan H<sub>2</sub>S como Materia Prima

En la tecnología iv. se propone un proceso que requiere basicamente de un reactor, de un equipo de filtración, de un tanque de agitación y de un equipo para la adición de Sosa Cáustica a la solución de Hidrosulfuro, así mismo se requiere de un equipo que facilite la obtención del Sulfuro de Sodio en forma de escamas. Con respecto a las materias primas se requiere de un Hidróxido de Sodio con pureza comercial para la primera etapa y para la segunda de un Hidróxido de Sodio que contenga una baja contaminación por metales. El uso de esta tecnología resulta atractiva debido a que, se obtiene un Sulfuro de Sodio de una alta concentración, además de que al parecer no se requiere de un equipo complicado que pudiera representar un alto costo. Con el fin de obtener un producto que no contenga contaminación por Hierro seria recomendable utilizar un Hidróxido de Sodio que no contenga este contaminante.

La tecnología v. solo indica la posibilidad de obtener soluciones con bajas concentraciones de Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio partiendo de soluciones de Hidróxido de Sodio y Acido Sulhídrico y su posterior evaporación sin precisar ningún detalle del proceso. Tampoco plantea los requerimientos a características de las materias primas.

La tecnología vi. presenta un proceso en el cual las materias primas, tanto el Acido como la Sosa son materiales de desecho de las refinarias, este proceso permite la obtención de soluciones con un 71.52% de Hidrosulfuro de Sodio y un 3.65% de Sulfuro de Sodio, a esta solución se le puede tratar con más Sosa para convertir al Hidrosulfuro en Sulfuro, la operación de una planta en la que se aplique este sistema puede operar en forma intermitente o continua. Del mismo modo indica las variables que se tienen que controlar para evitar la solidificación.

La tecnología vii. explica la forma en que puede obtenerse una solución de Sulfuro de Sodio e Hidrosulfuro de Sodio en forma continua.

La tecnología viii. presenta un proceso en el cual la reacción se lleva a cabo en dos etapas de absorción, mediante este proceso se puede obtener una solución que contenga un 30% de Hidrosulfuro de Sodio y un 1% de Sulfuro de Sodio. En este caso se menciona el uso de un gas que contenga un 10% de Acido Sulfhídrico como materia prima.

La tecnología ix. muestra una forma para prevenir depósitos de formación de soluciones concentradas ó incrustaciones en las paredes del reactor en el cual se haga reaccionar Sosa y Acido Sulfhídrico para la obtención de Sulfuro de Sodio.

La tecnología x. menciona la posibilidad de obtener soluciones conteniendo un 66-80% de Hidrosulfuro de Sodio, mediante el tratamiento de soluciones de Hidróxido de Sodio con Acido Sulfhídrico de un 70-80%

a incrementos de temperatura y con una evaporación posterior. El Hidrosulfuro de Sodio obtenido puede ser convertido en Sulfuro de Sodio mediante la adición de Sosa.

La tecnología xi. muestra un proceso mediante el cual es posible obtener Hidrosulfuro de Sodio en dos etapas de absorción, en este proceso se propone el uso de Acido Sulfhídrico y de Agua Alcalina de lavado (conteniendo Hidróxido de Sodio y Amoniaco) ambos de desecho de las refineries de petroleo, con este proceso es posible obtener soluciones con un 22% de Hidrosulfuro de Sodio, un 1% de Sulfuro de Sodio y 1 p.p.m. de Amoniaco.

La tecnología xii. muestra la utilización de una columna de absorción dotada de dos espreas que distribuyen una solución de Hidróxido de Sodio en la parte superior, y una solución Alcalina conteniendo Hidrosulfuro y Sulfuro de Sodio de recicló, en la parte inferior. Este proceso fue desarrollado para eliminar todo el Acido Sulfhídrico contenido en los gases de desecho de las refineries.

La tecnología xiii. presenta un proceso mediante el cual es posible la obtención de una solución acuosa de Hidrosulfuro de Sodio a una concentración de 28-32% conteniendo un 1% de Carbonato de Sodio, dicha solución es adecuada para ser utilizada en la manufactura de papel por el método del Sulfato. Se utilizan como materias primas para este proceso el gas amargo de las refineries y una solución acuosa de Hidróxido al 20-40%.

Esta solución de Hidrosulfuro de Sodio puede hacerse reaccionar con más Hidróxido de Sodio para obtener Sulfuro de Sodio de buena calidad.

Resumiendo de la información dada por estas tecnologías se puede afirmar lo siguiente:

- La producción de Sulfuro de Sodio es posible mediante el contacto de Acido Sulfhídrico e Hidróxido de Sodio.
- La calidad de el Sulfuro de Sodio que se obtenga mediante este método dependerá de la calidad y pureza de las materias primas que se utilicen así como de las modificaciones en el proceso que se realicen en base a investigaciones previas.

Como se puede observar, se pueden esperar calidades de Sulfuro de Sodio que resultan atractivas, un resumen de esta información se puede ver en la tabla 13, como por ejemplo:

Con el proceso indicado por Sconce y Berlinghoff de la Compañía Hooker Electrochemical Company de Nueva York (Tecnología iv.) es posible obtener un Sulfuro de Sodio de alta pureza y concentración, aunque no se posee un dato exacto de la concentración.

Mediante el proceso que indica la Tecnología vi. desarrollada por Cagahu Kojo de Japón es posible obtener una solución con un contenido de 71.52% de Hidrosulfuro de Sodio y un 3.65% de Sulfuro de Sodio, este Hidrosulfuro se convierte en Sulfuro mediante la

T A B L A 1 3

ANALISIS DE LAS TECNOLOGIAS DISPONIBLES QUE UTILIZAN ACIDO  
SULFHIDRICO COMO MATERIA PRIMA

Tecnología	E s p e c i f i c a c i o n e s			
	Materias Primas H <sub>2</sub> S	NaOH	P r o d u c t o s Na <sub>2</sub> S	NaHS
iv James - U.S.A.	Gas	Solución 70-78%	Alta Conc.	--
v Modem - URSS	Gas	Solución	Mayor del 5%	Menor del 35%
vi Fiujii - Japón	Gas de Desecho de las Re finerías	Licor Alca- lino de De- secho	3.65%	71.52%
vii Matsubara - Japón	Gas	Solución 50-75%	Sólida Al- ta Pureza	Alta Pureza
viii Bermendouk - RFA	Gas 10%	Solución 36.2%	1%	30%
x Alikin - URSS	Gas de Desecho de las Re finerías	Licor Alca- lino de De- secho	--	66-80%
xi Suwata - Japón	Gas de Desecho de las Re finerías	Solución	1%	22%
xii Abe - Japón	Gas	Solución	--	--
xiii Jackson - U.S.A.	Gas de Desecho de las Re finerías	Solución 20-40%	1%	28-32%

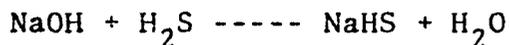
adición de Hidróxido de Sodio, el Sulfuro de Sodio obtenido de esta manera cumple con las especificaciones de calidad que marca la Industria de la Curtiduría.

Se estima que ninguna de las tecnologías disponibles trae la descripción completa, por lo que se propone la siguiente adaptación.

#### 3.1.4. Descripción de las Etapas Principales del Proceso.

En el proceso típico de obtención de Sulfuro de Sodio a partir de Acido Sulfhídrico las reacciones que se efectúan son las siguientes:

Primera Etapa; Obtención del Hidrosulfuro de Sodio



Segunda Etapa; Transformación del Hidrosulfuro de Sodio en Sulfuro de Sodio



Como se puede observar que la formación de Hidrosulfuro de Sodio en la Primera Etapa se favorece por el exceso de Acido Sulfhídrico de la siguiente manera:



Se puede decir que el proceso típico consta de las siguientes etapas:

- Contacto de la solución de Hidróxido de Sodio con el Acido Sulfhídrico para la formación del Hidro sulfuro de Sodio.
- Adición de Hidróxido de Sodio a la solución para propiciar la formación del Sulfuro de Sodio.
- Obtención del Sulfuro de Sodio.

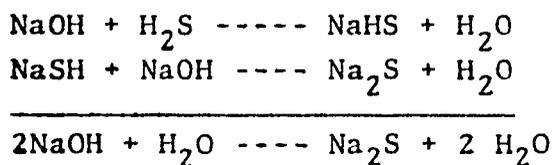
En la Figura 1 se muestra un esquema con las etapas del proceso descritas con anterioridad.

### 3.2. Requerimientos de Materias Primas y Servicios.

Con el objeto de realizar una estimación de los requerimientos de materias primas así como de los servicios necesarios se realizan los balances respectivos.

#### 3.2.1. Balance de Materia.

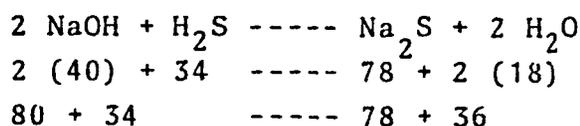
Las reacciones que se efectúan durante el proceso de obtención de Sulfuro de Sodio son las siguientes:



El peso molecular de los reactivos y productos es el siguiente:

Acido Sulfhídrico = 34  
 Hidróxido de Sodio = 40  
 Sulfuro de Sodio = 78  
 Agua = 18

De tal forma que la reacción estequiométrica se llevaría a cabo de la siguiente manera:



De esta forma 80 toneladas de Hidróxido de Sodio reaccionarían (suponiendo un rendimiento al 100% de la reacción) con 34 toneladas de Acido Sulfhídrico para producir 78 toneladas de Sulfuro de Sodio, o bien por cada tonelada de Sulfuro de Sodio que se desee producir se requerirán:

$$\text{Ton. NaOH} = \frac{80}{78} = 1.025 \text{ Ton.}$$

$$\text{Tcn. H}_2\text{S} = \frac{34}{78} = 0.46 \text{ Ton.}$$

Si consideramos un rendimiento del 90% para la reacción serán necesarias.

$$\frac{1.025}{0.9} \frac{\text{Ton. NaOH}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}} = 1.1275 \frac{\text{Ton. NaOH}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}}$$

$$\frac{0.46}{0.9} \frac{\text{Ton. H}_2\text{S}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}} = 0.479 \frac{\text{Ton. H}_2\text{S}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}}$$

Para obtener un producto puro al 100%

Como el Sulfuro de Sodio industrial que se producira contiene un 60-62% de Sulfuro de Sodio se requeriran

$$1.1275 \frac{\text{Ton. NaOH}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}} \times 0.62 \frac{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

$$= 0.699 \frac{\text{Ton. NaOH}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

$$0.4796 \frac{\text{Ton. H}_2\text{S}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}} \times 0.62 \frac{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

$$= 0.2973 \frac{\text{Ton. H}_2\text{S}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

Considerando que la composición típica del gas de desecho de las refinarias es de:

H <sub>2</sub> S	74.73% en Peso
CO <sub>2</sub>	10.42% " "
Hidrocarburos	14.65% " "
SO <sub>2</sub>	0.10% " "
Otros Gases	0.10% " "

Se requerirá de X toneladas de gas de desecho

$$X = \frac{0.2973}{0.7473} = 0.3974 \frac{\text{Ton. de Gas de Desecho}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Producido}}$$

Tomando en cuenta la composición típica de el licor de desecho de las refinarias es de:

NaOH	10.5% en Peso
NaS	4.3% " "
NaCO <sub>3</sub>	0.56% " "
Fenoles	10.3% " "
Mercaptanos	2.14% " "
Agua	72.2% " "

Se requeriran Y toneladas de licor de desecho.

$$Y = \frac{0.669}{0.105} = 6.3714 \frac{\text{Ton. de Licor de Desecho}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Industrial}}$$

En la Tabla 14 se muestra un resumen de las materias primas necesarias.

### 3.2.2. Balance de Energía

Calor de reacción:

$$H^{\circ}_R = H_f \text{ Productos} - H_f \text{ Reactivos}$$

$$H_f \text{ Productos} = 2 H_f \text{ H}_2\text{O} + H_f \text{ Na}_2 \text{ S}$$

$$H_f \text{ Productos} = 2 (- 68.32) \frac{\text{Kcal}}{\text{gmol}} + (- 105.17) \frac{\text{Kcal}}{\text{gmol}}$$

$$H_f \text{ Productos} = - 241.81 \text{ Kcal/gmol producido de Na}_2\text{S}$$

$$- 241.81 \frac{\text{Kcal}}{\text{gmol}} \times \frac{1 \text{ gmol}}{78 \text{ g}} = - 3.1 \frac{\text{kcal}}{\text{g. de Na}_2\text{S}}$$

$$H_f = - 3 \ 100 \ 000 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. de Na}_2\text{S Puro}}$$

$$H_f \text{ Reactivos} = 2 H_f \text{ NaOH} + H_f \text{ H}_2 \text{ S}$$

$$H_f \text{ Reactivos} = 2 (- 112.19) + (- 4.815) \frac{\text{kcal}}{\text{gmol}}$$

$$H_f \text{ Reactivos} = - 229.195 \frac{\text{kcal}}{\text{gmol}} \text{ de Na}_2\text{S Producido}$$

$$- 229.195 \frac{\text{kcal}}{\text{gmol}} \times \frac{1 \text{ gmol}}{78 \text{ g}} = 2.94 \frac{\text{kcal}}{\text{g Na}_2\text{S}} \text{ Producido}$$

$$H_f \text{ Reactivos} = 2 (2 940 000) \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. de Na}_2\text{S Producido}}$$

$$H^\circ_R = - 3 100 000 (- 2 940 000) = - 160 000$$

$$H^\circ_R = - 160 000 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. de Na}_2\text{S Producido}}$$

$$H^\circ_R = 160 000 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}} \times 0.62 \frac{\text{Ton. Na}_2\text{S Puro}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

$$= - 99 200 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

Calor necesario para llevar los reactivos hasta las temperaturas de reacción.

Gas dulce de refineria conteniendo:

Acido Sulfhídrico	74.73%
Dióxido de Carbono	10.42%
Hicrocarburos	14.65%
Dióxido de Azufre	0.2 %

Con unas capacidades calorificas de:

Acido Sulfhídrico,	0.214	$\frac{\text{cal}}{\text{gramo}}$
Dióxido de Carbono	0.2	"
Dióxido de Azufre	0.15	"
Hidrocarburos	0.15	"

Por lo que la capacidad calorifica de la mezcla será:

$$\overline{C_p} = 0.214 (74.73) + 0.2 (0.1042) + 0.15 (0.1485)$$

$$\overline{C_p} = 203 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. } ^\circ\text{C}}$$

y el calor necesario será:

$$H = 0.6415 \frac{\text{Ton. Mezcla}}{\text{Ton. Na}_2\text{S}} (203) \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Mezcla } ^\circ\text{C}} (656 - 25) ^\circ\text{C}$$

$$H = 5209 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Na}_2\text{S}}$$

- Licor de Desecho

El calor especifico de dicho licor se estima de 0.73

$$\frac{\text{Cal}}{\text{gramo } ^\circ\text{C}} = 730 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Solución } ^\circ\text{C}}$$

Siendo el calor necesario de:

$$H = 6.3714 \frac{\text{Ton. de Licor}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}} (730) \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Licor } ^\circ\text{C}} (85 - 25) ^\circ\text{C}$$

$$H = 279\ 067 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$

Calor necesario para evaporar el agua.

Durante la reacción se producen

0.360  $\frac{\text{Ton. de Agua}}{\text{Ton. de Na}_2\text{S Producido}}$  las cuales se adicionan

a las 4.6 toneladas que se tienen en el Licor, lo que hace que se tiene que evaporar sea de aproximadamente de 4.6  $\frac{\text{Ton. Agua}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Prod.}}$  de donde el calor necesario será:

$$H = m C_p \Delta T + m \lambda$$

$$H = 4.6 (800) \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. } ^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}) +$$

$$+ 4.6 \text{ Ton. } (539830) \frac{\text{kcal}}{\text{Ton.}}$$

$$H = 2,612,018 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Producido}}$$

Que es el calor necesario para la evaporación del agua en el proceso.

El balance total de energía esta dado por la suma de todos los calores parciales que se tienen durante el proceso.

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Donde

$$Q_1 = \text{Calor Normal de Reacción}$$

$$Q_1 = - 99,200 \text{ kcal}$$

$Q_2$  = Calor Necesario para Calentar el Gas de Desecho

$$Q_2 = 5,209 \text{ kcal}$$

$Q_3$  = Calor Necesario para Calentar el Licor de Desecho

$$Q_3 = 470,324 \text{ kcal}$$

$Q_4$  = Calor Necesario para la Evaporación del Agua

$$Q_4 = 2,612,018 \text{ kcal}$$

$$Q_t = - 99,200 + 5,209 + 470,324 + 2,612,018$$

$$Q_t = 2,988,351 \text{ kcal}$$

### 3.2.3. Servicios Auxiliares

Si se utiliza Gas Natural para producir la energía necesaria que requiere el proceso serán necesarios X kg de Gas Butano.

$$X = 1,165,551 \frac{\text{kcal}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}} = 88.6 \frac{\text{kg Gas Natural}}{\text{Ton. Na}_2\text{S Ind.}}$$


---


$$13,154.4 \frac{\text{kcal}}{\text{kg. de Gas Natural}}$$

T A B L A 1 4

REQUERIMIENTOS DE MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS

C o m p u e s t o	<u>Ton. Compuesto</u> <u>Ton. Producto</u>	<u>Ton. Compuesto</u> <u>3000 Ton.Producto</u>
Gas Dulce de Dese- cho	0.3974	1,192,200
Licor de Desecho	6.3714	19,114.2
Gas Natural	0.0886	265.8

#### 4. INFORMACION FINANCIERA

##### 4.1. Inversión Total Estimada

En base al equipo necesario para la producción de 3000 t.p.a. de Sulfuro de Sodio listado en la Tabla 15 se calculó un estimado de la inversión para la instalación de la planta productora de este producto, tomándose en cuenta los siguientes puntos: Activo Fijo, Capital de Trabajo, Inversión Total e Inversión Diferida.

A continuación se describe los conceptos considerados en cada uno de los puntos antes mencionados, para el estimado de la inversión.

##### 4.1.1. Activo Fijo

El Activo Fijo incluye los conceptos de: Equipo, Materiales, Instalación, Obra Civil y Servicios de Ingeniería y Construcción así como los Servicios Auxiliares, etc.

De acuerdo con Robert S. Aries y Robert D. Newton (4) el Activo Fijo puede ser estimado a partir del costo del equipo principal del proceso.

##### 4.1.1.1. Costo del Equipo

El Costo del Equipo Básico fue estimado de acuerdo con los autores antes mencionados y corregidos mediante el índice de "Marshall y Stevens"

T A B L A 1 5

EQUIPO BASICO NECESARIO PARA LA PRODUCCION DE 3000 t.p.a. DE  
SULFURO DE SODIO

Cantidad	E Q U I P O	Capacidad
1	Reactor Líquido - Gas (Primera Reacción) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}$	0.300 m <sup>3</sup>
1	Reactor Líquido - Líquido (Segunda Reacción) $\text{NaHS} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$	0.450 m <sup>3</sup>
1	Tanque de Separación (Para Fenoles y Mercaptanos)	0.500 m <sup>3</sup>
1	Evaporador de Tubos Verticales con una Superficie de Transfe- rencia de Calor de	390 m <sup>2</sup>
5	Tanques de Solidificación	1.5 m <sup>3</sup> c/u

T A B L A    1 6  
 COSTO DEL EQUIPO BASICO  
 (MILES DE PESOS)

	\$ x 10 <sup>3</sup>
Reactor Líquido - Gas	270
Reactor Líquido - Líquido	180
Tanque de Separación	109
Evaporador	2,883
Tanque de Solidificación	900
T o t a l	4,342

4.1.1.2. Costo de Instalación

Este costo se estima como una porción de porcentajes del equipo adquirido.

Cimientos	7%
Plataforma y Soportes	11%
Montaje	25%
T o t a l	43%

De donde el Costo de Instalación será de:

$$4,342 \quad x \quad 0.43 = 1,867.06$$

4.1.1.3. Ducteria

El costo de la Ducteria estimado para procesos que manejan fluidos es de:

Material	49%
Instalación	37%
T o t a l	86%

De donde el costo de la Ducteria será:

$$4,342 \quad x \quad 0.86 = \quad 3,734.12$$

#### 4.1.1.4. Instrumentación

De acuerdo con el proceso utilizado es recomendable utilizar algo de instrumentación que representaría

Material	12%
Instalación	3%
T o t a l	15%

De donde el costo de Instrumentación será:

$$4,342 \quad x \quad 0.15 = \quad 651.3$$

#### 4.1.1.5. Aislamiento

Material	5%
Instalación	3%
T o t a l	8%

El costo del Aislamiento será de:

$$4,342 \quad x \quad 0.08 = \quad 347.35$$

#### 4.1.1.6. Auxiliares Eléctricos

Es necesario la instalación de una subestación eléctrica así como la instalación eléctrica en general, esto oscila entre un 15-20% del costo del equipo:

$$4,542 \quad x \quad 0.17 \quad = \quad 738.14$$

#### 4.1.1.7. Construcción de Edificios

Se estiman como suficientes 1000 metros cuadrados de construcción a un costo de \$7,000.00 el metro cuadrado de construcción:

$$1000 \text{ m}^2 \quad x \quad 7,000 \quad = \$7'000,000.00$$

#### 4.1.1.8. Terreno y Acondicionamiento

Se estiman 3000 metros cuadrados de terreno como suficientes en una zona industrial a un costo de \$800. el metro cuadrado:

$$\text{El costo del terreno será} \quad = \quad \$2'400,000.00$$

El acondicionamiento se considera igual a un 10% del costo del equipo:

$$4,342 \quad x \quad 0.1 \quad = \quad 43.42$$

#### 4.1.1.9. Servicios

Se considera como un 25% del costo del equipo:

$$4,342 \quad x \quad 0.25 \quad = \quad 1,085.5$$

Resumiendo los puntos anteriores el costo físico de la planta es:

	Pesos x 10 <sup>3</sup>
Equipo	4,342.00
Instalación	1,867.06
Ductería	3,734.12
Instrumentación	651.30
Aislamiento	347.36
Auxiliares Eléctricos	738.14
Terreno	2,400.00
Acondicionamiento	43.42
Servicios	1,085.50
Construcción de Edificios	7,900.00
	<hr/>
Costo Físico Total	22,208.90

#### 4.1.1.10. Ingeniería y Construcción

El costo de Ingeniería y Construcción incluye: la completación de la ingeniería básica, de la ingeniería de detalle, que se estima serán de un 25% del costo físico o sea:

$$22,208.90 \quad x \quad 0.25 = 5,552.22$$

De donde el costo directo de la planta será:

Costo Físico	\$ 22,208,900.00
Ingeniería y Construcción	\$ 5,552,220.00
	<hr/>
Costo Directo	\$ 27,761,120.00

#### 4.1.1.11. Honorarios del Contratista

Normalmente estos honorarios oscilan entre un 4 y un 10% del costo directo de la planta que será:

$$27,761.12 \quad x \quad 0.08 = \quad 2,220.89$$

#### 4.1.1.12. Imprevistos

Se consideran de el orden de un 10% del costo directo de la planta y serán de:

$$27,761.12 \quad x \quad 0.10 = \quad 2,776.11$$

El activo fijo quedará de la siguiente manera:

Costo Directo de la Planta	27,761.12
Honorarios del Contratista	2,220.89
Imprevistos	2,776.11
Activo Fijo	<u>\$32,758.12</u>

#### 4.1.2. Capital de Trabajo

##### 4.1.2.1. Costos Directos de Manufactura

###### a) Materia Prima

No es posible considerar este punto ya que ambas materias primas son materiales de desecho de las refinarias y para poder considerar esto será necesario entablar pláticas con Petroleos Mexicanos a nivel gerencial.

b) Mano de Obra

- Se considerará 3 turnos de 8 horas con el siguiente personal por turno:

5 Obreros con un sueldo de \$210.00 Día Hombre lo que nos da \$94,500.00 al mes.

1 Obrero Especializado con un sueldo de \$660.00 Día Hombre lo que nos da un total de \$60,000.00 mensuales.

- Se considerarán necesarios un Ingeniero de Producción con un sueldo mensual de \$28,000.00 al mes y

1 Jefe de Producción con un sueldo de \$35,000.00 mensuales.

c) Mantenimiento

Se estima como un 1% del activo fijo anualmente o sea \$18,507.00 mensuales.

d) Subministros de Fábrica

Se considera como un 15% del mantenimiento.

$$\$18,307.00 \times 0.15 = 2,776$$

e) Servicios

Como un 5% del activo fijo anualmente o sea \$92,537.00 mensuales.

f) Regalias y Patentes

Serán, del 5% de las ventas anuales totales.  
 $\$9,000 \times 3000 \text{ t.p.a.} = \$27,000,000.00$   
 $\$27,000,000.00 \times 0.05 = \$1,350,000.00/\text{año}$   
que seran  $\$112,500.00$  por mes.

Con todo lo anterior tenemos que los costos directos de manufactura son:

	\$ x 10 <sup>3</sup>
(Materia Prima)	-----
Mano de Obra	217.50
Mantenimiento	18.51
Suministros de Fábrica	2.78
Servicios	92.34
Regalias y Patentes	112.50
Envase	22.19

Si se producen  $\frac{3,000}{12} = 250$  Ton. mensuales

el costo directo por tonelada sera de:  $\$1,854.00$

4.1.2.2. Costos Fijos de Manufactura

a) Depreciación

Se considera un periodo de 10 años para ejercer la sobre el capital fijo

$\frac{\$32,758,000}{120 \text{ Meses}} = \$272,983.33/\text{Mes}$

b) Impuesto sobre la Propiedad o Predial

Se estima alrededor de un 1% del capital fijo o sea:

$$\$32,758,000.00 \times 0.01 = \$32,758,000.00 / \text{Mes}$$

c) Prima de Seguros

Se puede estimar como el 1% del capital fijo

$$\$32,758,000.00 \times 0.01 = \$32,758,000.00 / \text{Mes}$$

De donde los costos fijos de manufactura son:

	\$ x 10 <sup>3</sup> /Mes
Depreciación	272.98
Impuesto.Predial	32.75
Prima de Seguros	32.75
T o t a l	338.48

Y los costos fijos de manufactura por tonelada de producto son:

$$\$1,327.37$$

4.1.2.3. Costos Indirectos de Manufactura

a) Nómina de Gastos Generales

Se estima que el personal administrativo necesario para este proyecto puede ser de:

Gerente General	\$60,000.00
Secretaria Ejecutiva	\$20,000.00

Secretaria Auxiliar	\$15,000.00
Buffete Contable	\$15,000.00
Laboratorio de Investigación	\$15,000.00

Por lo tanto el costo de manufactura mensual será:

Costos Directos	\$466,020.00
Costos Indirectos	\$125,000.00
Costos Fijos	\$338,480.00
T o t a l	<u>\$929,500.00</u>

Lo que nos dará un costo de manufactura por tonelada de producto de:

$$\frac{\$929,500.00}{250 \text{ Ton.}} = \$3,718.00 / \text{Ton.}$$

#### 4.1.2.4. Inventarios

a) Inventario de Materias Primas

Se considera nulo ya que ambas se recibirán directamente de la refinería.

b) Inventario en Proceso

Se considera despreciable

c) Inventario de Producto

Se puede considerar como un mes de producción al costo mensual o sea:

\$929,500.00

d) Crédito Extendido

Se puede considerar como 3 meses al precio de venta

$$\$9 \times 250 = \$2,550.00 \text{ Miles de Pesos}$$

e) Dinero Disponible

Se puede considerar como dos meses del costo de manufactura o sean: \$1,859,000.00

De donde el capital de trabajo es:

	\$ x 10 <sup>3</sup>
Inventario de Producto	929.50
Crédito Extendido	2,550.00
Dinero Disponible	1,859.00
T o t a l	<u>5,338.50</u>

4.1.3. Inversión Diferida

La Inversión Diferida se considera como 15 días al precio de venta o sea:

$$\$9,000.00 \times 125 \frac{\text{Ton.}}{15 \text{ Días}} = \$1,125,000.00$$

Con estos datos el capital total será:

	\$ x 10 <sup>3</sup>
Capital Fijo	32,758.12
Capital de Trabajo	5,338.50
Activo Diferido	<u>1,125.00</u>
Capital Total	39,221.62

## 4.2. Financiamiento

Los proyectos de inversión, sin distinción hecha a cualquier área del sector industrial, a cobrado cada vez más importancia al evitar improvisaciones en la toma de decisiones por parte del empresario, pues sucede que solo mediante un estudio de preinversión se podrá asegurar que el negocio efectivamente es rentable a determinados rangos de inversión; es decir que, fuera de esos rangos hacia arriba o hacia abajo el proyecto no es viable. Mas esto, no cubre el riesgo latente, para cualquier inversionista que pretenda incurrir en un nuevo negocio.

La estrategia financiera que se pretenda seguir para realizar un proyecto, debe reunir las características esenciales de costo, tiempo, riesgo y adaptabilidad al tipo de proyecto y del tipo de empresa que se refiera.

### 4.2.1. Fuentes de Financiamiento

Las fuentes de financiamiento pueden ser propias o ajenas y dentro de cada una de ellas revestir formas diferentes, de las cuales las mas importantes se pueden resumir de la siguiente manera.

#### 4.2.1.1. Fuentes Propias de Financiamiento

Las fuentes propias se caracterizan por ser aportaciones de accionistas (aumentos de capital), que en ese momento sean los dueños del negocio o bien por la generación propia de utilidades del negocio (capitalización de utilidades) que no son retiradas por

los dueños.

#### 4.2.1.2. Fuentes Ajenas de Financiamiento

Los recursos ajenos provienen de terceras personas, tratase de proveedores, instituciones de crédito, ó del gran público inversionista.

Desde luego el financiamiento más conveniente sería normalmente de proveedores, los cuales nos surten de materias primas, y no tendría costo alguno.

Las instituciones de crédito pueden financiar a corto y largo plazo, entendiendose por corto plazo, aquél en que no va la exigibilidad del pago más allá de un año y por contra, de largo plazo será a más de un año. Dentro de los de corto plazo, podemos encontrar diversas formas de crédito, tales como:

- a) Descuentos.- Generalmente documentos aceptados por los clientes de los cuales se anticipa su vencimiento a través de un descuento.
- b) Préstamos Directos.- Préstamos sin ninguna garantía, que generalmente se usan para financiar capital de trabajo.
- c) Factoring.- Descuentos de la cartera de clientes con facturas, comisiones ó descuentos que amparen la venta. Este tipo de financiamiento es poco usual, por ser muy caro.

Los Préstamos a largo plazo pueden adquirir formas de:

- Hipotecario.- Consiste en un préstamo de hasta 15 años y cuya garantía es un bien inmueble.
- De Habilidad o avío.- Este préstamo se utiliza para financiar capital de trabajo o producción, básicamente para aquellas empresas cuyos inventarios sean de rotación lenta.
- Refaccionario.- En este tipo de préstamo cuyo plazo puede ir hasta 10 años, la garantía específica son los bienes-muebles a cuya compra se destina al préstamo. La característica, de esta forma se adapta perfectamente a los proyectos industriales.

Dentro de este tipo, el Gobierno Federal ha creado diversos fondos cuya administración recae sobre el Banco de México o Nacional Financiera, - siendo los más comunes:

FOMEX: Fondo creado para el financiamiento de las exportaciones y funciona generalmente a corto plazo.

FONEP: Fondo Nacional de Estudios y Proyectos, que como su nombre lo indica financia estudios y proyectos de inversión. Puede ir hasta 12 años de plazo con 3 de gracia.

FONEI: Fondo de equipamiento industrial, es sin lugar a dudas el más adaptable a un proyecto industrial y financian como crédito refaccionario garantizado con los bienes que se adquieren en la construcción del proyecto. Su plazo puede ser

hasta de 15 años, con 3 de gracia.

El gran público inversionista, puede intervenir como una forma de financiamiento a través de:

- a) Emisión de Acciones: Donde la empresa puede decidir aumentar su capital, colocando acciones en la Bolsa Mexicana de Valores poniéndolas de éste modo a la disposición de nuevos accionistas.
- b) Emisión de Obligaciones: Son colocadas a través de la bolsa, en donde la empresa, promete pagar un determinado interés, sin participar en el capital del negocio. Estas emisiones pueden ser hasta 10 años y generalmente es una forma cara de financiarse.

Dado que no existe una forma establecida que nos permita descubrir el camino para financiar un proyecto, habrá que estudiar la situación de la empresa, el costo del proyecto, los diferentes costos de financiamiento y con ello, tomar las decisiones más adecuadas.

#### 4.2.2. Financiamiento del Proyecto

Para el proyecto que pretende el estudio, las fuentes accesibles de financiamiento son limitadas, de acuerdo a la inversión que requiere y por factores subjetivos; tales como el prestigio y los bienes que, colateralmente, posee el presunto acreditado. Que de cualquier modo, servirán de antecedentes para obtener el financiamiento.

Se ha detectado las posibles fuentes, y de acuerdo a lo anterior se ha encontrado, que existen tres formas principales, que se ajustarían a los lineamientos del proyecto, los cuales se describen a continuación:

4.2.2.1. Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña. (FOGAIN)

a) Constitución

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, por encargo del Gobierno Federal estableció el fideicomiso denominado Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña (FOGAIN), según lo publicado en el "Diario Oficial de la Federación" el 20 de Julio de 1972.

b) Objetivos

Este, fondo administrado por Nacional Financiera, S.A., en fideicomiso, tiene por objeto atender las necesidades de crédito de los pequeños y medianos industriales de la industria de la transformación a través de la banca nacional, privada y mixta, especialmente de los bancos de depósito, sociedades financieras y uniones de crédito.

c) Forma de Operar

Para los efectos de las operaciones de éste Fondo, quedan comprendidos en la clasificación de pequeños y medianos industriales todos aquellos que

transformen materias primas, en artículos terminados y que tengan un capital no menor de ----- \$25,000.00 pesos, ni mayor de \$30,000,000.00 de pesos. También pueden tener acceso a los créditos que el Fogain concede, las empresas con capital contable hasta de \$35,000,000.00 de pesos, cuando por lo menos el 30% de su producción se destine a la exportación ó a la sustitución de importaciones, siendo este último caso el de la industria objeto de este estudio.

Como excepción para los industriales localizados en la Zona Económica 1, el capital contable no deberá ser menor de \$300,000.00 pesos.

#### d) Tipos de Crédito y Montos

Así, el Fogain, concede a los pequeños y medianos industriales tres tipos de crédito:

- De Habilitación o avío, hasta por \$3'500,000
- Refaccionario, hasta por 4'500,000
- Hipotecario, Industrial hasta por 7'000,000

Cuando se combinana algunos de éstos tres tipos de crédito a un mismo industrial su importe no deberá exceder de \$10'000,000.00 de pesos. Además el importe de cada crédito no podrá ser superior al 50% del valor de las garantías.

Con relación a los créditos de habilitación o avío, se conceden para aumentar el activo circulante ó sea para adquirir materias primas y materiales, para el pago de salarios y, en general, para capi

tal de trabajo, a fin de cubrir gastos de explotación.

Por lo que hace el refaccionario, se concede para la adquisición ó incremento de los activos fijos (maquinaria y equipo y/o adquisición, ampliación o modificación de inmuebles). Finalmente, el crédito hipotecario industrial se otorga para el pago y consolidación de pasivos.

#### e) Tasas de Interés

Los citados créditos devengan las siguientes Tasas de Interés:

- 22% anual sobre saldos insolutos, cuando se trata de empresas establecidas en la zona económica 1.
- 21% anual, cuando se trata de empresas establecidas en la zona económica 2.
- 20% anual, cuando se trata de empresas establecidas en la zona económica 3.

#### f) Plazo

Para el crédito de habilitación ó avío, es hasta de dos años cuando se tramita por conducto de bancos de depósito, y hasta de tres años cuando se tramita por conducto de sociedades financieras ó uniones de crédito. En los créditos refaccionarios el plazo puede fluctuar de tres a seis años, de acuerdo a las condiciones de cada empresa, ya

sea que se tramite por conducto de bancos de depó-  
sito, sociedades financieras ó uniones de crédito.  
Finalmente, para el crédito hipotecario industrial  
el plazo puede fluctuar de cuatro a siete años,  
de acuerdo a las condiciones de cada empresa. En  
este caso, el trámite debe ser a través de socie-  
dad financiera.

g) Documentación

En los créditos de habilitación ó avío, se requie-  
re presentar la solicitud debidamente requisitada,  
acompañada de estados financieros completos, jus-  
tificación del crédito y programa de inversión.  
Para los créditos refaccionarios es necesario pre-  
sentar la solicitud debidamente requisitada, acom-  
pañada de estados financieros completos, copia de  
los pedidos, presupuestos de instalación y justifi-  
cación del crédito; Y para los créditos hipoteca-  
rios industriales, se requiere también la solici-  
tud debidamente requisitada, acompañada de estados  
financieros completos y relación detallada de los  
pasivos a consolidar y su origen.

4.2.2.2. Arrendamiento Financiero

Debido a que de la inversión total del proyecto, la  
parte fuerte la representa la inversión en equipo y  
maquinaria, se contempla el arrendamiento financiero,  
como otra fuente posible para la obtención de crédi-  
tos.

El arrendamiento financiero es un medio para la adqui-  
sición de bienes de capital, de origen nacional ó ex-

tranjero, que conjuga las características del contrato de crédito refaccionario y del contrato de compra-venta, con reserva de dominio.

Anteriormente se habían venido aplicando diferentes criterios fiscales, pero a partir del 19 de Noviembre de 1974, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público definió el tratamiento fiscal para el arrendamiento financiero.

Los Factores que intervienen para diseñar un plan de arrendamiento son, entre otros, los siguientes:

- Vida útil ó comercial del equipo en cuestión.
- Porción del equipo que se desea financiar.
- Plazo al que la arrendadora se puede refinanciar.
- Tipo de intereses a los que se pueden obtener los financiamientos.
- Monedas en que se pueden obtener los financiamientos: Eurodólares ó moneda nacional.
- Tipo de cliente (aspectos seguridad, liquidéz y conveniencia).
- Importancia de la operación.
- Los bienes que se pueden arrendar son cualquier tipo de equipo que se destine a la producción de bienes ó servicios.
- El plazo que puede fluctuar de dos a cinco años.
- La forma de pago que puede ser mensual, trimestral ó semestral.
- El mantenimiento del equipo arrendado, que será a cargo del arrendatario.
- El equipo arrendado deberá asegurarse.

A) Tipos de empresas susceptibles de recibir éste tipo de financiamiento.

Empresas comerciales a las que el sistema bancario no puede financiar a mediano o largo plazo para adquisición de activos fijos.

Empresas de crédito regulado.

Compañías que no pueden exceder dentro del ejercicio su presupuesto para adquisición de activos fijos.

Cualquier tipo de empresa que este planeando su expansión.

Empresas que no deseen distraer sus fuentes de financiamiento habituales, ni su capital de trabajo, en adquisición de activos fijos.

B) Documentación que se requiere para determinar la viabilidad de un arrendamiento.

Carta-solicitud del cliente, dirigida a la arrendadora elegida, indicando en detalle el beneficio que se obtendrá con la adquisición del activo fijo, así como descripción del mismo.

Estados financieros de los tres últimos ejercicios.

Proyecciones financieras para la vigencia del arrendamiento.

Escrituras constitutivas de la sociedad y poderes del solicitante.

Referencias comerciales y bancarias de la empresa.

Bajo situaciones especiales, y en caso de empresas de nueva creación se analiza la viabilidad y bondad del proyecto. (Caso de este estudio)

C) Desarrollo de una operación de arrendamiento

La arrendadora recibe la solicitud formal en la que el solicitante señala las características de la operación, monto, plazo, equipo, proveedor, condiciones de entrega, etc., y a la que acompaña dichos elementos necesarios para que se realice un estudio de crédito; dichos elementos son los mismos que se deben tener para estudiar una operación de crédito refaccionaria.

El departamento de crédito (que puede ser de la arrendadora o del grupo financiero del cual forma parte) analiza la operación y esta es presentada al Comité de Crédito, para ser ratificada posteriormente por el Comité Ejecutivo o por el Consejo de Administración, de acuerdo con sus facultades, de la arrendadora o del grupo financiero del cual forma parte.

La arrendadora compra el equipo, que es entregado al cliente y facturado a la propia arrendadora y se toma entonces el seguro correspondiente que es a cargo del cliente.

La arrendadora elabora el contrato de arrendamiento

to correspondiente y obtiene la firma del cliente así como de los títulos de crédito correspondientes (pagarés).

La arrendadora paga el equipo al proveedor.

El arrendatario paga a la arrendadora las rentas estipuladas, y al término del plazo, ejerce sus derechos de compra del equipo.

Las anteriores presentan las dos formas principales que se proponen como fuentes de crédito aun cuando pueden existir otras, tales como financiamientos bancarios de habilitación o refaccionarios que debido a los altos intereses que cobran los hacen poco atractivos, así como que solicitan prestigio y antecedentes del posible acreditado.

La participación o inscripción de este estudio en los programas manejados NAFINSA o SOMEX, tales como el denominado "Invierta en México" donde se registra el proyecto en busca de inversionistas que participen en el, presenta el principal inconveniente de que se pierde el control del proyecto y de la empresa.

## 5. BENEFICIOS SOCIALES

Es conveniente no tomar en cuenta solo los criterios macroeconómicos y financieros para evaluar el presente estudio, ya que la pura consideración de estos puntos pueden llevar a la creación de una industria tecnológicamente ineficiente, por una visión engañosa del ahorro de divisas, por evitar importaciones competitivas, o por incentivos fiscales que puedan hacer el proyecto financieramente competitivo.

Estos criterios ayudan pero deben también combinarse con las contribuciones de interés social para la nación que sean dignas de aplauso.

Con el fin de evaluar la contribución social del proyecto así como la congruencia de éste con los planes nacionales de desarrollo industrial se utilizarán los Criterios de Plausibilidad.

Dentro de éstos se encuentran:

### 5.1. Criterios de Mercado

- Substitución de importaciones
- Satisfacción de una necesidad social
- Generación de empleos
- Potencial de exportaciones

### 5.2. Criterios Macroeconómicos

- Contenido nacional de los insumos de producción
- Beneficios regionales

- Valor agregado

5.3. Criterios financieros o del proyecto

- Necesidad del proyecto
- Contenido nacional de los insumos de producción
- Índice de rotación del capital

5.4. Criterios del Proceso

- Estado físico de los materiales manejados
- Número de cambios de fase
- Número de fases
- Contaminación

5.5. Criterios Tecnológicos

- Números de tipo de productos o variaciones que se van a producir
- Disponibilidad de una nueva tecnología
- Calidad mínima adecuada

Existe una escala que va de menos 2 a 2 para calificar cada uno de estos criterios de acuerdo con Jose Giral (4). Esta escala se aplicó en el presente caso.

Criterios del Mercado

Substitución de importaciones	27 millones/año calificación = 2
-------------------------------	-------------------------------------

Satisfacción de una necesidad social	27 millones /año calificación = 2
Generación de empleos	20-50 calificación = 1
Potencial de exportaciones	NO calificación = -2

#### Criterios Macroeconómicos

Contenido nacional de los insumos de producción	100% calificación = 2
Beneficios regionales	calificación = 1
Valor agregado	menor del 20% calificación = 2

#### Criterios Financieros o del Proyecto

Necesidad del proyecto como una parte racional en el plan integral de desarrollo para la industria	calificación = 1
Contenido de la inversión	100% calificación = 2
Indice de rotación de capital	69% calificación = -1

#### Criterios del Proceso

Estado físico de los materiales manejados	calificación = 0
---	------------------

Números de cambios de base                      calificación = 1

Números de fase                                      calificación = 2

Criterios Tecnológicos

Números de tipos de productos                      1 a 5  
o variaciones que se van a pro-                      calificación = 2  
ducir

Disponibilidad de una nueva tec-                      calificación = 2  
nología

Calidad mínima adecuada                              calificación = 1

El máximo total de puntos que se pueden obtener es de 32 y los puntos obtenidos para este estudio fueron 18, de tal modo que se puede decir, que tiene un 60% de plausibilidad.

## 6. CONCLUSIONES

### 6.1. Capacidad y Macrolocalización

Se recurrió a distintas fuentes de información, y de los resultados obtenidos se propuso una capacidad de 3,000 t.p.a. con un precio al público de \$9,000. pesos la tonelada. Localizando al centro de producción en la Ciudad de Salamanca en el Estado de Guanajuato, debido a que en este sitio coinciden estratégicamente los centros de abastecimiento de materias primas así como la cercanía con los núcleos consumidores.

### 6.2. Selección de Procedimientos de Producción

La información de la que se dispuso no arrojó datos que se pudiesen considerar como definitivos ya que omitían gran parte de la información, y que por otro lado no era sistemática, sin embargo se pudo hacer una selección que utiliza insumos que al menos en la época actual parecen ser posibles de su acopio y que se pueden considerar además como desperdicio de las refinerías de petróleo. No se deja sin embargo pasar por alto que el éxito de este proyecto se encuentra en la habilidad para contratar el aprovisionamiento de las materias primas.

El aspecto de ventas puede considerarse más fácil que el anterior, pero también se recomendaría en caso de un mayor detalle de este trabajo se pueda contar con las cartas de intención de compra de la Cámara Nacional de la Industria de la Curtiduría, la cual

reune a los principales compradores.

6.3. Equipo y Organización

Se efectuaron los balances de materia y energía del proceso, se estimaron las capacidades de los equipos, y por otra parte se propuso una organización muy sencilla para esta empresa de tal forma que se pueda semejorar a sistemas reales.

6.4. Proyección Futura del Estudio

Debido a que en esta primera fase de este estudio para la fabricación de Sulfuro de Sodio se arrojaron cifras que pueden ser atractivas para el inversionista, se recomendaría seguir con cautela un estudio más elaborado a nivel de anteproyecto.

## A N E X O 1

Indices de estimación aproximados y preliminares ya que en los datos de costos del producto hace falta considerar la amortización que habría que pagarle a la refinería de petróleo.

### A.1.1. Estimación de la Utilidad

Ventas Anuales	\$27,000,000.00
Costos de Manufactura	\$11,154,000.00
Utilidades antes del Impuesto	\$15,846,000.00
Impuestos (42%)	<u>\$ 6,655,000.00</u>
Utilidad después de Impuestos	\$ 9,191,000.00

### A.1.2. Porcentaje de Ganancia sobre Ventas

$$Ps\ b = \frac{Pb}{s} \times 100$$

Ps b = Porcentaje de ganancias sobre ventas antes de impuesto

s = Precio

Pb = Ganancias antes de impuestos por unidad de producción

$$Ps\ b = \frac{\$5,282.00}{\$9,000.00} \times 100$$

$$Ps\ b = 58.6\%$$

### A.1.5. Ganancias sobre Ventas después de Impuestos

$$Ps\ b = \frac{Pa}{s} \times 100$$

Psa = Porcentaje de ganancias después de impuestos

Pa = Ganancia Después de Impuestos

$$Psa = \frac{\$3,063 \times 100}{\$9,000}$$

$$Psa = 34\%$$

#### A.1.4. Retorno sobre la Inversión

$$Pra = \frac{Para \times 100}{tf}$$

Pra = Porcentaje de Retorno sobre la Inversión Después de Impuestos

Pa = Ganancias Después de Impuestos de Unidad

ra = Capacidad Anual de Producción

tf = Capital Fijo

$$Pra = \frac{\$3,063 \times 3,000 \times 100}{\$32,758,000.00}$$

$$Pra = 28\%$$

#### A.1.5. Tiempo de Recuperación

$$D = \frac{tf}{Pbra + 0.1 \text{ } tf} =$$

$$D = \frac{\$32,758,000.00}{(5,853 \times 3,000) + 3,275,800} = 1.71$$

#### A.1.6. Margen de Utilidad

$$MU = \frac{\text{Utilidades}}{\text{Ventas}}$$

$$MU = \frac{\$15,846,000}{\$27,000,000} = 0.58 = 58\%$$

#### A.1.7. Índice de Rotación de Capital

$$\text{IRC} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Inversión Total}}$$

$$\text{IRC} = \frac{\$27,000,000}{\$39,222,620} = 0.69$$

A.1.8. Indice de Liquidez

$$\text{IL} = \frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Inversión Total}}$$

$$\text{IL} = \frac{\$5,338,500}{\$39,221,620} = 0.14$$

A.1.9. Rentabilidad sobre la Inversión

$$\text{RSI} = \frac{\text{Utilidades}}{\text{Inversión Total}}$$

$$\text{RSI} = \frac{\$15,846,000}{\$39,221,620} = 0.40 = 40\%$$

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

1. CHEMICAL ENGINEERING HANDBOOK  
PERRY AND CHILTON  
MAC GROW HILL CO. 1973
2. ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY  
KIRK OTHMER  
THE INTERSCIENCE ENCYCLOPEDIA
3. MANUAL DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA  
GIRAL Y BARNES  
U.N.A.M. 1977
4. CHEMICAL ENGINEERING COSTO ESTIMATION  
ARIES AND NEWTON  
MAC GROW HILL CO. 1955
5. CHEMICAL ABSTRACT
6. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO PARA LA PRESENTACION DE  
PROYECTOS DEL SECTOR PUBLICO  
SECRETARIA DE PATRIMONIO NACIONAL 1976
7. PRINCIPIOS DE LOS PROCESOS QUIMICOS  
HOUGEN AND WATSON  
JOHN WILLEY 1961
8. PRINCIPIOS DE OPERACIONES UNITARIAS  
A.S. FOUST  
C.E.C.S.A. 1977
9. PROCESO PARA LA PRODUCCION DE SULFURO E HIDROSULFURO DE  
SODIO DE ALTA PUREZA  
SCENCE AND CHARLES PAT. U.S.A. 2 252 867
10. OBTENCION DE HIDROSULFURO DE SODIO SOLIDO  
V.M. MODEM ETAL  
TOVARNYE  
ZNAKI 44 (18) 24,25

11. OBTENCION DE SULFURO E HIDROSULFURO DE SODIO A PARTIR DE HIDROXIDO DE SODIO DE DESECHO Y ACIDO SULFHIDRICO TAMBIEN DE DESECHO DE LAS REFINERIAS  
KO FIUJII Y EIDEN TAKEDA  
KAGAHU KOJO 11 (5) 81,84
12. PRODUCCION DE SULFURO E HIDROSULFURO DE SODIO  
MATSUBARA Y HICHIO  
PATENTE JAPONESA 68 26, 375
13. PRODUCCION CONTINUA DE SOLUCIONES DE HIDROSULFURO DE SODIO  
GERMENDOUK, ROLL, PESSEL Y HORST  
PAT. ALEMANA 1,300,909
14. PROCESO PARA LA PRODUCCION DE SULFURO DE SODIO HEXAHIDRATADO A PARTIR DE SOSA Y UNA MEZCLA GASEOSA DE ACIDO SULFHIDRICO  
OZODZENSKY KAZIMIERZ Y DYAEZYNSKI A.  
PAT. POLONIA 58,057
15. OBTENCION DE HIDROSULFURO DE SODIO  
ALIKIN, BRUNOU, OPULOU  
PAT. URSS 394,297
16. TRATAMIENTO DE ACIDO SULFHIDRICO GASEOSO DE DESECHO DE LAS REFINERIAS CON AGUA DE LAVADO TAMBIEN DE DESECHO PARA OBTENER UNA SOLUCION DE HIDROSULFURO DE SODIO  
SUWATA, TATSUJI, KUBOTA Y SUSUMO  
PAT. JAPONESA 7420, 199
17. OBTENCION DE SOLUCIONES DE HIDROSULFURO DE SODIO MEDIANTE LA ABSORCION DE ACIDO SULFHIDRICO CONTENIDO EN UN GAS  
ABE, KEN  
PAT. JAPONESA 7484,809
18. OBTENCION DE SOLUCIONES DE HIDROSULFURO DE SODIO  
JACKSON, ROMIE DEVELL  
PAT. U.S.A. 293,629