

---

FACULTAD DE QUIMICA

UNAM

**Estudio Preliminar Sobre la Elaboración de  
Algunas Sales de Bario en México**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**INGENIERO QUIMICO**

p r e s e n t a :

**CARLOS CARRION RODRIGUEZ**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

Presidente : Prof. Santiago de la Torre Galindo.  
Vocal : Prof. Eduardo Rojo y De Regil.  
Secretario : Prof. Enrique García López.  
1er. Suplente : Prof. José Luis Padilla de Alba.  
2do. Suplente : Prof. Martha Rodríguez Pérez.

Sitio donde se desarrolló el tema : Beneficiadora de Minerales No Metálicos, S. A.

Nombre completo y firma del sustentante : Carlos Carrión Rodríguez

Nombre completo y firma del asesor del tema : I. Q. Nelson Romero Contente †

# I N D I C E

	Página
OBJETIVO	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	2
CAPITULO II	
CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS COMPUESTOS DE BARIO	18
CAPITULO III	
PROCESOS DE ELABORACION	34
CAPITULO IV	
REQUERIMIENTOS DE MATERIALES	41
CAPITULO V	
EVALUACION ECONOMICA	49
CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFIA	69

## O B J E T I V O .

Dada la gran potencialidad de los recursos de Jarita con que cuenta el Estado de Michoacán, se lleva a cabo en el presente trabajo, un estudio que permita determinar la posibilidad de industrialización de la misma.

Partiendo de los dos mercados de sales más interesantes de este mineral, se estudia la instalación de una planta productora tanto de carbonato como de cloruro de bario; se analizan los mercados actuales, sus crecimientos, se estiman sus potenciales a largo plazo, -- nuevas aplicaciones y situación de los otros productores. En base a lo anterior, se determina la posible penetración a esos mercados.

Se propone conjuntamente a la instalación de la planta anterior, una planta nueva de molienda que se integraría a las ya existentes en el país, para surtir las necesidades de la industria de - lodos de perforación - fundamentalmente.

## C A P I T U L O I

## A N T E C E D E N T E S .

El primer compuesto de bario del que se tiene noticia, es el sulfuro fosforescente, descubierto por Casciorolus, un zapatero de Bolognia, a principios del siglo XVII.

En 1774, el químico sueco Scheele identifica en la cal u óxido de calcio, el bario del calcio.

El nombre de "barote" (del griego *βαρῦς* - Pesado) fue dado a la tierra contenida en el espato pesado - terra ponderosa - por Guyton de Morveau en 1779, y después fue modificado al de "barita" por Lavoisier; este último indica la gran densidad de los compuestos de bario.

Berzelius y Pontevín, siguiendo el procedimiento propuesto - por Davy para la preparación del calcio, consiguieron en 1810 obtener el bario en forma de amalgama, empleando un cátodo de mercurio y --

partiendo del hidrato de bario fundido; calentando luego esta amalgama quedó el bario en libertad. Guntz, en 1902 obtuvo el bario aún en mejores condiciones; utilizó también cátodo de mercurio y partió de una solución saturada en cloruro bárico.

Los trabajos sobre radioactividad efectuados tanto por Pierre como por María Curie en 1898 con el bario, los conducen al descubrimiento del último de los elementos alcalinotérreos, el Radio.

Durante la Segunda Guerra Mundial, y sobre todo en la Guerra de Corea, fueron fabricadas grandes cantidades de nitrato de bario para emplearlo en las llamadas balas trazadoras.

Depósitos de barita o baritina se encuentran prácticamente en todo el mundo, siendo los principales países con yacimientos de este tipo: Estados Unidos, Francia, Alemania, Rusia, Italia, Brasil, Argentina y Canadá. También países como: España, Perú, Irlanda, México y Grecia tienen importancia en este renglón. Tabla # I.

Antes que se usara la barita en la perforación de pozos petroleros, sólomente países altamente industrializados, fueron usuarios importantes de la misma, empleándola principalmente en la manufactura del "Lithopone", y como agente de carga en la industria del hule; hoy en día, tienden a continuar en todo el mundo consumos importantes de este material, utilizándola en grandes cantidades en los llamados lodos de perforación, gracias a su elevada gravedad específica (4.20+), su-

baja absorción de aceite (de 13 a 15 kilos de aceite por cada 100 kilos de barita), a sus propiedades no abrasivas, y a su bajo precio en general.

#### DESCRIPCION DE LA BARITA

Según las cifras preliminares de 1973 y reportadas por la Cámara Minera, México es uno de los seis mayores proveedores mundiales de doce minerales, presentándose su lugar en esta participación como sigue:

- 1er. Lugar - Fluorita y Celestina
- 2 . Lugar - Azufre y Grafito
- 3er. Lugar - Plata, Antimonio y Arsénico
- 4 . Lugar - Plomo, Mercurio y Bismuto
- 5 . Lugar - Barita
- 6 . Lugar - Zinc

La barita, materia prima para la elaboración de la mayoría de los compuestos químicos de bario, ya sea directamente o a través de la fabricación del sulfuro correspondiente, se encuentra ampliamente repartida en todo el Centro y Norte del Territorio Nacional, siendo los estados de: Nuevo León, Coahuila, Jalisco, Michoacán, Tamaulipas, Chihuahua y Puebla, generalmente los de mayor movimiento en este renglón. Según cifras recabadas, correspondientes a los años 1971 - 1973, la producción por estados y municipios estuvo repartida en la forma que lo se-



ñalan las tablas II, III y IV.

Es un mineral pesado, presentándose comúnmente en depósitos del tipo veta o boleó y de aspecto granular, cristalina o de nudos. - Tiene la fórmula  $BaSO_4$  siendo su composición:  $BaO$ , 65.7%; y  $SO_3$ , 34.3%. Contiene ordinariamente impurezas tales como: sílice, minerales de fierro (óxido por lo general), plomo y zinc, piedra caliza ( $CaCO_3$ ), dolomita (formada principalmente de la sal doble  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ), arcilla, fluorita y otros.

Aunque existe en México un número considerable de yacimientos de este mineral, resulta difícil en la actualidad encontrar alguno(s) que reúna(n) las condiciones necesarias para su posible explotación, con condiciones tales como:

- a ) Calidad del Mineral. - Muchos yacimientos, grandes y chicos tienen el mineral de gravedad específica inferior a 4.23, por lo que resulta incosteable, desde el punto de vista mercado, el poderlos trabajar.
- b ) Localización de los Yacimientos. - Otro obstáculo frecuente en este tipo de negocios mineros, es la distancia existente del yacimiento a la brecha o carretera, o también del yacimiento al punto de embarque o lugar de beneficio.

La barita actualmente es un mineral barato, y que, por consiguiente en ningún momento puede soportar grandes inversiones en camino o fletes de acarreo de mineral - muy elevados.

- c ) Posibilidades de Trabajar el Fundo Durante Todo el Año. Desafortunadamente, la mayoría de los fundos mineros son trabajables únicamente en tiempo de secas, debido a la localización geográfica de los mismos. La industria del petróleo año con año, siempre sufre ligera crisis del material en tiempo de lluvias.

Es conveniente también hacer mención de otros dos factores, que en ocasiones afectan seriamente la factibilidad de explotación de yacimientos de esta naturaleza, - como son :

- d ) Las contaminaciones e incrustaciones del material, y el  
e ) Tamaño y dureza del material.

De lo anterior, resulta interesante hacer notar que, alrededor del 50% de la producción nacional de barita es empleada por PE MEX en lodos de perforación, surtiéndose de ésta de poco más de dos docenas de clientes, y que es material que cumple con todas las especificaciones señaladas en la Norma Oficial de Calidad para Barita para Flui-

dos de Perforación D.G.N. - R - 63 1968; como son :

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>
Gravedad específica	4.23 ( mínimo )
Sólidos totales solubles como calcio, en p.p.m.	500.00 ( máximo )

GRANULOMETRIA :

Retenido en malla con abertura nominal de 0.074 mm. , en %	3.0 ( máximo )
Retenido en malla con abertura nominal de 0.044 mm. , en %	5.0 ( mínimo )

El otro 50%, es material en cierta forma de calidad inferior, y en su mayor parte para exportación, el cual se destina primordialmente a los Estados Unidos de Norteamérica, bajo la fracción 261.04.02 - denominada como Espato Pesado o Barita en Minerales ( componente - principal sulfato de bario ), y 261.04.04 denominada Espato Pesado o Barita molida a menos de 200 mallas. Tablas V y VI.

## SUS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

La barita comercial varía considerablemente en apariencia, dependiendo del depósito minero que provenga y del tipo de beneficio que se ha efectuado, si es que éste ha sido necesario. En general, es moderadamente blanda, de aspecto cristalino y de diversos tamaños, desde peñascos enormes a mineral fino obtenido en proceso de flotación. Su peso molecular es 233.42 según fórmula  $BaSO_4$ ; su gravedad específica es de 4.3 - 4.6; su índice de refracción es 1.636 - 1.648; su dureza es 2.5 - 3.5 (escala Mohs); su punto de fusión es de  $1580^{\circ}C$ . Se presenta en varias coloraciones: rojo, amarillo, gris; dependiendo de la variedad de cristal presente y del tipo de impureza.

Con excepción del sulfato de bario, las sales de este elemento se disuelven parcialmente en ácido carbónico y en forma completa en ácido clorhídrico o ácido nítrico.

El sulfato, por ser extremadamente insoluble, es utilizado para la determinación del ión bario.

Finalmente y como complemento a lo ya descrito, se detallan a continuación análisis de tres diferentes yacimientos de barita, indicando la localización de los mismos:

*	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
BaSO <sub>4</sub>	92.02 %	93.05 %	94.80%
SiO <sub>2</sub>	2.95	1.70	1.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.33	2.04	0.46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.42	0.02	0.24
SrSO <sub>4</sub>	4.07	1.17	1.30
CaO	0.80	1.50	0.80

A. - Mina La Perla - Quechultenango, Gro.

B. - Mina La Cajita - Tecalitlán, Jal.

C. - Mina El Mamey - Aguililla, Mich.

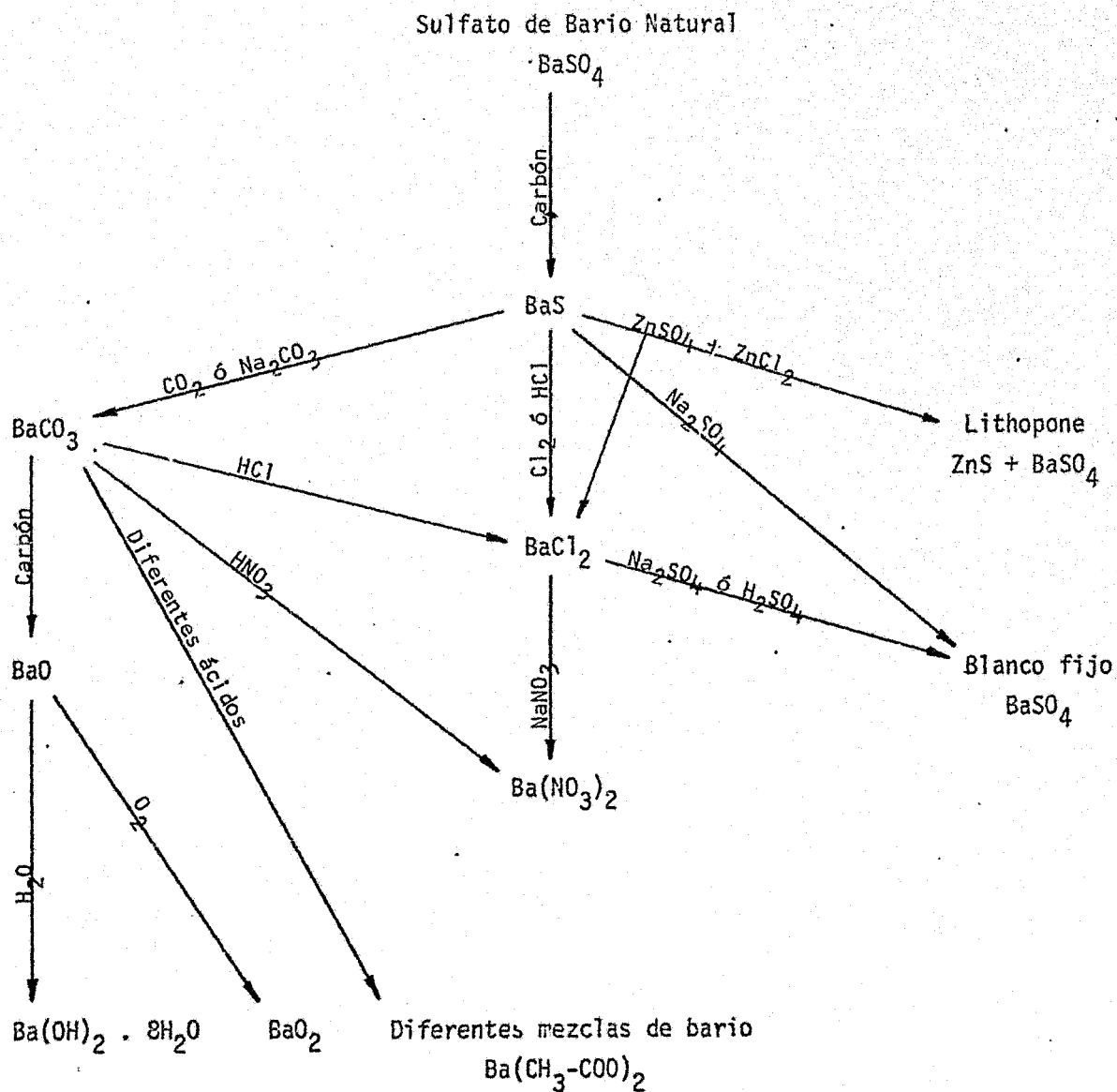
#### SUS USOS

Partiendo de baritas de calidades similares, se citan a continuación sus principales usos, los cuales varían fundamentalmente, debido a la forma física presente:

- a) Barita Cruda. - La barita cruda es la materia prima comercial, para la elaboración de los compuestos de bario, como lo muestra el siguiente modelo:

---

\* FUENTE: ANALISIS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE MINERALES NO METALICOS, S. A.



FUENTE : ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY.

KIRK - OTTHER 1964.

- b) Barita Molida Malla 20. - La barita en estas condiciones, se utiliza en la industria del vidrio adicionándola al mismo, con objeto de reducir el punto de fusión del vidrio fundido, a causa de sus propiedades fundentes. Sin embargo, debido a sus impurezas comunes, los fabricantes de vidrio y cristal fino prefieren el uso del carbonato de bario precipitado en lugar del de la barita.
- c) Barita Finamente Molida Malla 325. - La barita cruda y finamente molida, malla 325, es empleada en la perforación de pozos petroleros. Durante la perforación misma, la tierra rocosa y el lodo presentes, son eliminados del pozo gracias a la adición de una mezcla formada principalmente de barita - bentonita en agua.
- d) Barita Finamente Molida y Blanca. - Aunque su uso está bastante limitado, barita en estas condiciones es utilizada fundamentalmente como carga en la industria de pinturas y tintes, ya que mejora el cuerpo al pigmento.

Dada la escasez del producto en el mercado, goza de un sobreprecio llegando a alcanzar cotizaciones del orden de 1 000 pesos - la tonelada.

La industria hulera y los fabricantes de balatas, también recurren a este material, necesario en ciertas formulaciones específicas.

En productos de calidad, en ocasiones es reemplazada por blanco fijo, siempre y cuando esté limpio y fino.

## T A B L A I

PRODUCCION MUNDIAL DE BARITA POR PAISES

<u>PAISES</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973 (1)</u>
Estados Unidos	738,449	816,467	874,000
Alemania Occidental	412,769	408,233	372,000
México	279,742	261,403	255,000
Italia	226,796	199,581	190,000
Irlanda	158,757	163,293	218,000
Perú	136,078	136,078	227,000
Canadá	204,117	127,006	68,000
Francia	95,254	108,862	113,000
Grecia	54,431	99,790	100,000
Marruecos	90,718	90,719	100,000
Yugoslavia	90,718	81,647	63,000
Países Comunistas (excepto Yugoslavia)	771,107	771,107	789,000
Otros	527,654	609,494	598,000
T O T A L	3,786,590	3,873,680	3,967,000

(1) Cifras preliminares

CIFRAS EXPRESADAS EN TONELADAS METRICAS

FUENTE : COMMODITY DATA SUMMARIES, BUREAU OF MINES, USA.

Dirección General de Minas y Petróleo  
( para el caso de México )



T A B L A IIPRODUCCION DE BARITA POR ESTADOS Y MUNICIPIOSEN LA REPUBLICA MEXICANA1971.

<u>ESTADOS</u>	<u>MUNICIPIOS</u>	<u>TONELADAS</u>
	T O T A L	279,742
COAHUILA	Castaños	4,409
	Muzquiz	37,304
	Saltillo	24,886
	SUMA :	<u>66,599</u>
CHIHUAHUA	Buenaventura	53
	Coyame	375
	Julimes	14,200
	SUMA :	<u>14,628</u>
DURANGO	Tepehuanes	50
	Mapimí	204
	SUMA :	<u>254</u>
GUERRERO	Quechultenango	2,207
MEXICO	Temascaltepec	3
MICHOACAN	Aguililla	54,734
	Calcomán	74,521
	SUMA :	<u>129,255</u>
NUEVO LEON	Galeana	66,304
	Linares	64
	SUMA :	<u>66,368</u>
PUEBLA	Tehuizingo	428

FUENTE : DATOS DE LA DIRECCION GENERAL DE MINAS Y - -  
 PETRÓLEO Y COMISION DE FOMENTO MINERO, S. P. N.

T A B L A    I I I  
PRODUCCION DE BARITA POR ESTADOS Y MUNICIPIOS  
EN LA REPUBLICA MEXICANA  
1972.

<u>ESTADOS</u>	<u>MUNICIPIOS</u>	<u>TONELADAS</u>
	T O T A L	261,403
COAHUILA	Castaños	2,243
	Múzquiz	36,452
	Saltillo	25,401
	SUMA :	<u>64,096</u>
CHIHUAHUA	Coyame	1,230
	Julimes	6,298
	SUMA :	<u>7,528</u>
DURANGO	Mapimí	26
MEXICO	Temascaltepec	1
MICHOACAN	Calcomán	115,252
NUEVO LEON	Galeana	73,271
	Linares	235
	SUMA :	<u>73,506</u>
PUEBLA	Tehuiztingo	314
ZACATECAS	Mazapil	680

FUENTE : DATOS DE LA DIRECCION GENERAL DE MINAS Y PETRO  
 LEO Y COMISION DE FOMENTO MINERO, S.P.N.

## T A B L A IV

PRODUCCION DE BARITA POR ESTADOS Y MUNICIPIOSEN LA REPUBLICA MEXICANA

1973\*

<u>ESTADOS</u>	<u>MUNICIPIOS</u>	<u>TONELADAS</u>
	T O T A L :	255,257
COAHUILA	Castaños	6,126
	Múzquiz	46,280
	Saltillo	23,788
	SUMA :	<u>76,194</u>
CHIHUAHUA	Coyame	2,098
	Julimes	4,207
	SUMA :	<u>6,305</u>
DURANGO	Cuencan.e	284
	Mapimí	1,043
	SUMA :	<u>1,327</u>
JALISCO	Tecolotlán	153
MEXICO	Temascaltepec	1
MICHOACAN	Calcomán	100,954
NUEVO LEON	Galeana	69,280
	Linares	686
	SUMA :	<u>69,966</u>
ZACATECAS	Mazapil	357

\* CIFRAS PRELIMINARES

FUENTE : DATOS DE LA DIRECCION GENERAL DE MINAS Y PETRO  
LEO Y COMISION DE FOMENTO MINERO, S. P. N.

## T A B L A V

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCION DE BARITA

<u>AÑO</u>	<u>CANTIDAD TONELADAS</u>	<u>VALOR MILLARES DE PESOS</u>	<u>PESOS POR TONELADA</u>
1960	270,757	37,906	140
1961	248,708	34,819	140
1962	318,138	44,539	140
1963	256,594	35,923	140
1964	334,044	46,766	140
1965	368,342	57,443	160
1966	291,584	50,684	174
1967	223,280	43,259	194
1968	246,539	47,767	194
1969	176,921	34,278	194
1970	319,092	70,972	222
1971	279,742	72,132	258
1972	261,402	67,822	260
1973 *	255,000	70,125	275
1974 *	268,000	-	-

\* CIFRAS PRELIMINARES

FUENTE : DIRECCION DE ESTADISTICA, SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

## T A B L A VI

PRODUCCION Y EXPORTACION DE BARITA  
 ( Cifras expresadas en miles de toneladas ).

	<u>1960</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973*</u>	<u>1974*</u>
A. <u>PRODUCCION</u>							
Minerales no Metálicos							
Barita	286.3	176.9	319.1	279.7	261.4	255.2	268.7
B. <u>EXPORTACION</u>							
Minerales no Metálicos							
Barita	155.8	113.5	117.3	93.4	132.2	132.5	149.5
B/A en %	54.4	64.1	36.7	33.3	50.6	51.9	53.2

\* CIFRAS PRELIMINARES

FUENTE : DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, SECRETARIA DE INDUS- -  
 TRIA Y COMERCIO;  
 CAMARA MINERA DE MEXICO.

## C A P I T U L O    I I

CONSIDERACIONES GENERALES DE  
LOS COMPUESTOS DE BARIO.

Quizá uno de los primeros apuntes relacionados con los compuestos de bario, sea el referido a la luz roja tan peculiar, obtenida al calentar el - espato pesado - observación, que como ya se indicó, se remonta a los primeros años del siglo XVII.

En términos generales, puede decirse que los compuestos de bario tienen una relación estrecha con los compuestos de otros metales alcalinotérreos, como son el calcio y el estroncio. El grupo muestra -- una serie de propiedades de elemento a elemento, a medida que el peso atómico se incrementa del calcio al bario.

Así, la gravedad específica aumenta y la solubilidad de los hidróxidos también aumenta, aún cuando la solubilidad de los haluros, nitratos y sulfatos disminuya. La solubilidad de las sales de bario son típicas de las del grupo de las tierras alcalinas, el acetato, los haluros y

el nitrato son completamente solubles ; por el contrario el carbonato, el cromato, el fluoruro, el oxalato, el fosfato y el sulfato son insolubles.

En mayor o en menor grado, todas las sales de bario se vuelen más solubles a medida que el pH disminuye.

Los compuestos de bario generalmente son empleados en muy variadas industrias y en ocasiones aún en calidades diferentes. Así --- por ejemplo, la ceniza negra, que es el sulfuro correspondiente, es empleada grandemente en la elaboración de casi todas las sales, como -- son : el carbonato, el sulfato precipitado o blanco fijo, el cloruro y en la manufactura del lithopone, pigmento blanco usado ordinariamente en la elaboración de pinturas, emulsiones y linoleums principalmente.

## CARBONATO DE BARIO.

El carbonato es probablemente el compuesto de bario más importante en cuanto a demanda, que se consume en México, seguido inmediatamente después por el cloruro respectivo. La importancia relativa en el país de estos dos productos, se muestra en las siguientes tablas comparativas.

<u>1970</u>	DEMANDA		VALOR	
	ACTUAL TON/AÑO	%	M PESOS	%
Carbonato	1,144	47.4	1,544	38.8
Cloruro	1,013	41.9	1,767	44.4
Sulfato Precipitado (blanco fijo)	184	7.6	293	7.3
Sulfato (grado rayos X)	40	1.7	223	5.6
Nitrato	16	0.7	60	1.5
Oxido	1	-	11	0.2
Hidróxido	-	-	-	-
Clorato	16	0.7	86	2.2
	<u>2,414</u>		<u>3,984</u>	
<u>1971</u>				
Carbonato	1,052	48.8	1,420	39.4
Cloruro	967	44.9	1,687	46.8
Sulfato Precipitado (blanco fijo)	51	2.4	90	2.5
Sulfato (grado rayos X)	-	-	-	-
Nitrato	1	-	5	0.1
Oxido	6	0.2	13	0.4
Hidróxido	68	3.2	372	10.3
Clorato	11	0.5	18	0.5
	<u>2,156</u>		<u>3,605</u>	



<u>1972</u>	<u>DEMANDA ACTUAL TON/AÑO</u>	<u>%</u>	<u>VALOR M PESOS</u>	<u>%</u>
Carbonato	1,102	56.0	2,095	48.1
Cloruro	599	30.3	1,356	30.9
Sulfato Precipitado (blanco fijo)	102	5.1	209	4.8
Sulfato (grado rayos X)	18	0.9	110	2.5
Sulfato (grado farmacéutico)	1	-	4	0.1
Nitrato	2	-	22	0.5
Oxido	5	0.2	50	1.1
Hidróxido	126	6.4	499	11.4
Clorato	16	0.7	24	0.6
	<u>1,971</u>		<u>4,369</u>	

1973 (1)

Carbonato	1,200	50.8	2,280	43.3
Cloruro	850	36.0	1,923	36.6
Sulfato Precipitado (blanco fijo)	148	6.3	303	5.8
Sulfato (grado rayos X)	36	1.5	254	4.8
Nitrato	2	-	23	0.3
Oxido	8	0.3	88	1.6
Hidróxido	94	4.0	372	7.1
Clorato	19	0.8	29	0.5
	<u>2,357</u>		<u>5,272</u>	

## (1) CIFRAS PRELIMINARES.

De igual manera, según la última información publicada por -  
Stanford Research Institute de los Estados Unidos, para el año de 1968,  
se tienen las siguientes cifras :

	<u>VENTAS EN TON.</u>	<u>%</u>
Carbonato	80,300	51.7
Hidróxido	19,200	12.4
Cloruro	10,500	6.6
Otros	45,300	29.3
	<u>155,300</u>	<u>100.0</u>

Cantidades importantes de carbonato son empleados como fundente en trabajos de cerámica, como componente de vidrios ópticos y - también en vidrios y cristales finos, ya que imparte al producto final - brillo y dureza característica. Un uso relativamente reciente, y que - encuentra un mercado extenso y en crecimiento, es al utilizarlo en la - elaboración de teja, ladrillos, azulejos, y aún en la fabricación de televisores de color en detrimento del empleo del carbonato de estroncio. ya que el bario se dice que reduce la emisión de rayos X de la pantalla. Cabe agregar, que en México el mayor uso actual de este producto es - empleándolo en el tratamiento de salmuera por medio de celdas electrolíticas del tipo sosa cloro, las cuales a su vez se utilizan en las plantas productoras de cloro.

De lo anterior, la posible distribución por uso de este producto en los últimos años, quedaría integrada de la siguiente manera :

	<u>DEMANDA TON.</u>	<u>%</u>
Tratamiento de Salmuera (NaOH - Cl <sub>2</sub> )	387	35.2
Vidrio	325	29.5
Esmaltes Metálicos	136	12.4
Ladrillos y Cerámica en General	231	21.0
Otros	<u>23</u>	<u>1.9</u>
	1,102	100.0

FUENTE: INVESTIGACION DIRECTA

## PRODUCTORES

Las necesidades del mercado en la actualidad son cubiertas en su totalidad por los dos fabricantes nacionales, ambos localizados en el norte del país.

Sales de Bario y Derivados, S.A. - Fabrica desde el año de 1962 en la Ciudad de Monterrey, N.L., carbonato de bario con capacidad aparente de 1200 toneladas anuales. En base a información directa obtenida, se estima que esté operando su planta a su máxima capacidad. Aún cuando la empresa posee yacimientos propios de donde se provee de la materia prima, éstos no demuestran en forma suficientemente clara la justificación de inversiones, canalizadas a ampliaciones en sus líneas de fabricación; por otra parte, y debido al mercado limitado que existe en la actualidad para sulfuro de sodio el cual es obtenido como subproducto en su proceso, y a la presencia de un competidor en el mercado, se estima poco probable por ahora, una ampliación en sus instalaciones.

Por otra parte, la firma Quinormex, S.A., localizada muy cerca de Monterrey, N.L., y quién inició operaciones dentro de este renglón hacia fines del año 1973, empieza día a día a penetrar al mercado nacional y aún al mercado extranjero, habiéndose efectuado exportaciones de material a los Estados Unidos a precios ligeramente superiores. La capacidad instalada aparente de la empresa es de 2,500 tonela

das anuales y desafortunadamente no se conocen aún datos exactos sobre su proceso e instalaciones propias para la fabricación de este producto.

#### CENTROS DE CONSUMO

De lo anterior expuesto, se fija para el área de la Ciudad de México, el 55% del consumo de este producto, quedando en segundo lugar el área de Monterrey, seguida por la zona de Coatzacoalcos, donde el grupo CYDSA, controla las plantas sosa-cloro que operan en ese lugar.

#### P R E C I O .

El precio del carbonato de bario 98% de pureza y para cantidades de mayoreo, es de Ps \$3,200 - \$3,500/Ton. L.A.B. área de la Ciudad de México.

El precio del material, cuya finalidad es exportación, es de Ps \$4,000/Ton. L.A.B. Nuevo Laredo, Tamp. a medio puente.

Este material identificado ordinariamente como - material -- grado vidrio - está envasado en sacos de papel de 2 ó 3 capas, conteniendo 25 ó 50 kilos cada uno.

El - material grado cerámica - tiene un sobrepeso del orden de 10% sobre las cifras arriba mencionadas, y su presentación es igual a la anterior.

En los Estados Unidos, el precio para el producto oscila entre Ps \$ 1,950 - \$2,500/Ton. L.A.B. frontera, para cantidades en carro por entero, y el precio del producto europeo varía entre Ps \$1,600 - \$1,780/Ton. CIF Veracruz, para lotes superiores a 100 toneladas. Tanto el material americano, como el europeo, ordinariamente se encuentra envasado en sacos de 50 kilos cada uno.

Los precios anteriores corresponden a cotizaciones obtenidas durante el primer semestre de 1974.

#### REVENDEDORES DEL MATERIAL.

Entre las firmas que trabajan en el país la reventa del carbonato de bario, podemos anotar :

Casa Holck, S.A.

Harshaw - Juárez, S.A. de C.V.

Materias Primas, S.A.

Productos Químicos Básicos, S.A.

Productos Químicos Mardupol, S.A.

Proveedores Químicos Generales, S.A.

Química Hoechst de México, S.A.

Solventes y Productos Químicos, S.A.

#### CLORURO DE BARIO

Como ya se indicó anteriormente, corresponde a este produco

to el segundo lugar de importancia en volumen de consumo, dentro de los compuestos de bario.

En México, principalmente se utiliza en el tratamiento de sal muera para tipos especiales de celdas electrolíticas, las cuales son empleadas por los fabricantes de sosa-cloro, tal es el caso del grupo - - - CYDSA en Coatzacoalcos y Monterrey, Guanos y Fertilizantes de Méxi-co, S.A. (antes Montrose Mexicana, S.A.) en Salamanca y Pennwalt, - S.A. de C.V. Otros usos de este producto son: en el tratamiento de - compuestos de acero, endureciendo el metal. También es empleado en combinación con otros cloruros, como mezcla eutéctica. En cantidades inferiores es utilizado como carga, en el latex del hule y en concreto; - algunos fabricantes de polímero de cloro de vinilo lo emplean como - estabilizador y en la elaboración de pigmentos como una de las materias primas.

## PRODUCTORES

Aunque se tienen noticias, en el sentido que Sales de Bario, - S.A., pretende iniciar de inmediato la fabricación de cloruro de bario- en su planta de Monterrey, la mayoría de este producto que se consume actualmente, es importado en forma directa por los mayores consumi- dores. La otra parte es importada en igual forma, por los revendedo- res del material.

Cabe agregar a lo anterior, que también se tiene información que dentro de los planes de integración de Quinormex, S.A., se encuentra el de fabricar cloruro de bario, una vez que tengan perfectamente normalizada la elaboración del carbonato, y cubierto todos sus compromisos contraídos, sobre todo en el extranjero.

#### CENTROS DE CONSUMO

De acuerdo a la información disponible, se considera que el área de Monterrey es la principal, con alrededor del 50% del consumo de este producto. La diferencia restante queda distribuida entre Salamanca y el Estado de México principalmente.

#### PRECIO

El precio cotizado en el mercado para cloruro de bario consumido en México, e importado principalmente de Alemania es de Ps --- \$2,050/Ton.; C.I.F. Veracruz. Los precios anteriores corresponden para partidas de 50 toneladas en adelante, y el material viene ensacado en bolsas de polipropileno protegidas con yute.

De acuerdo a los precios reportados en Marzo de 1974 por el Chemical Marketing Reporter ( O.P.D. Reporter ) para el cloruro de bario en los Estados Unidos, se tiene :

	<u>Ps \$/Ton.</u>
BaCl <sub>2</sub> Anhidro en sacos, carro por entero.	3,100 - 3,600
BaCl <sub>2</sub> Técnico, cristales, en sacos, carro por entero.	2,500 - 2,900

Las fluctuaciones anteriores, se deben principalmente a diferencias en calidad, cantidad y en ocasiones aún por la localización geográfica de los fabricantes.

#### REVENDEDORES DEL PRODUCTO.

Entre las pocas firmas comerciales que tienen movimiento en la reventa del cloruro de bario, podemos anotar :

Casa Holck, S.A.

Productos Químicos Mardupol, S.A.

Química Hoechst de México, S.A.

Solventes y Productos Químicos, S.A.

#### OTROS COMPUESTOS DE BARIO

Cabe señalar que del total de toneladas de compuesto de bario que se emplean en el país, aproximadamente el 80% corresponde únicamente a los volúmenes de carbonato y de cloruro respectivos. El 20% restante, quedaría integrado de la siguiente manera :

Sulfato Precipitado o Blanco Fijo, el cual se usa principalmente en las industrias de pinturas y de pigmentos, cuando se mezcla con sulfuro de zinc (lithopone), o con dióxido de titanio ( titanio - bario); también se emplea como agente extendedor en tintas de impresión, dando a la tinta el cuerpo deseado. Ciertas cantidades de material son em



pleadas como carga en industria textil, hulera y de plásticos.

Sulfato Grado Rayos X, el cual tiene uso específico en el campo que su mismo nombre indica y como agente medicinal.

Nitrato de Bario, cuyos principales usos son en fuegos artificiales, dando su característica flama verde, en balas trazadoras y en fulminantes.

Cantidades menores, por ahora, son introducidas al país, de hidróxido, óxido y clorato de bario, empleados a últimas fechas en la fabricación de diferentes aceites - lubricantes - detergentes para la industria automotriz principalmente, debido a los cambios de tecnología sobre el particular y a los magníficos resultados encontrados en las pruebas de investigación sobre el comportamiento de los mismos.

T A B L A V I I

DEMANDA HISTORICA DEL CARBONATO DE BARIO EN MEXICO

AÑO	IMPORTACIONES TON. (1)	PRODUCCION DOMESTICA TON. (2)	DEMANDA TOTAL TON. (3)	INCREMENTO ANUAL %	VALOR M. PESCS (4)
1963	491	200	691	56.6	933
1964	685	200	885	28.0	1195
1965	708	200	908	2.5	1226
1966	891	300	1191	31.1	1608
1967	492	510	1002	-15.9	1353
1968	287	600	887	-11.5	1197
1969	398	700	1098	23.7	1482
1970	294	850	1144	0.4	1544
1971	2	1050	1052	- 8.1	1878
1972 (5)	-	1102	1102	5.0	2095
1973 (5)	-	1200	1200	8.3	2280

(1) CIFRAS SEGUN TARIFA DE IMPORTACION 28.47.A.020

(2) (3) BASADO EN DATOS DE MERCADO

(4) CALCULO EN BASE, TANTO DE MATERIAL NACIONAL COMO DE MATERIAL IMPORTADO

(5) CIFRAS ESTIMADAS

T A B L A   V I I I

PROYECCION ESTIMADA DE DEMANDA EN MEXICO PARA EL CARBONATO DE BARIO,  
EN LOS PROXIMOS 10 AÑOS.

<u>AÑO</u>	<u>DEMANDA TOTAL TON. (3)</u>	<u>VALOR M. PESOS (1)</u>	<u>PENETRACION ESPERADA EN EL MERCADO</u>		
			<u>TON.</u>	<u>M. PESOS</u>	<u>%</u>
1974	1400	3780	-	-	-
1975	1512	4082	350	945	23
1976	1632	4406	454	1226	28
1977	1763	5641	490	1323	28
1978	1904	6093	617	1974	32
1979	2056	6579	666	2131	32
1980	2221	7107	720	2304	32
1981	2399	7676	777	2486	32
1982	2590	9117	839	2685	32
1983	2798	9849	906	3189	32

PARA LA PRESENTE TABLA, SE CONSIDERO UN INCREMENTO ANUAL CONSTANTE DE 8%.

T A B L A IX

DEMANDA HISTORICA DEL CLORURO DE BARIO EN MEXICO

<u>AÑO</u>	<u>IMPORTACION TON. (1)</u>	<u>DEMANDA TOTAL TON.</u>	<u>INCREMENTO ANUAL %</u>	<u>VALOR M. PESOS (3)</u>
1961	303	303	-	475
1962	459	459	51.4	693
1963	426	426	- 7.2	646
1964	508	508	19.2	817
1965	746	746	46.8	1184
1966	609	609	-18.4	973
1967	378	378	-38.0	688
1968	421	421	11.3	704
1969	561	561	33.2	1056
1970	1013	1013	80.5	1767
1971	967	967	- 4.6	1687
1972	599	599	-38.1	1356
1973 (2)	850	850	41.9	1923

(1) CIFRAS SEGUN TARIFA DE IMPORTACION 28.30.A.C04

(2) CIFRAS ESTIMADAS

(3) CALCULO EN BASE A PRECIO PROMEDIO DE MATERIAL IMPORTADO

T A B L A X

PROYECCION ESTIMADA DE DEMANDA EN MEXICO PARA EL CLORURO DE BARIO,  
EN LOS PROXIMOS 10 AÑOS.

AÑO	DEMANDA TOTAL TON. (3)	VALOR M. PESOS (1)	PENETRACION ESPERADA EN EL <u>MERCADO</u>		
			TON.	M. PESOS	%
1974 (1)	935	2244	-	-	-
1975	1010	2424	234	561	23
1976	1090	2610	505	1212	46
1977	1178	2827	545	1308	46
1978	1272	3370	589	1413	46
1979	1374	3641	699	1852	51
1980	1483	3930	756	2003	51
1981	1602	4245	815	2160	51
1982	1730	5190	881	2334	51
1983	1869	5607	951	2853	51

(1) SE ESTIMA IMPORTACION DE MATERIAL POR 701 TONS.

(2) CALCULO EN BASE A PRECIO PROMEDIO PROBABLE DEL MATERIAL EN EL MERCADO.  
PARA LA PRESENTE TABLA SE CONSIDERO UN INCREMENTO ANUAL CONSTANTE DE 8%.

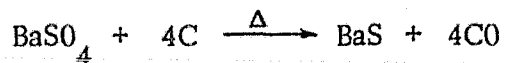
## CAPITULO III

## PROCESOS DE ELABORACION

De los diferentes procesos de elaboración que existen para la fabricación de carbonato y cloruro de bario, a continuación se mencionan dos de los principales, y que ambos parte de la disponibilidad de la materia prima (barita) en forma conveniente para su calcinación.

El mineral es molido comúnmente a una finura cercana a las 200 mallas, y debe ensayar más de 92% de sulfato de bario, aún teniendo impurezas tales como fierro, sílice, aluminio, estroncio y calcio.

Este mineral fino, mezclado con carbón rico en materias carbonaceas y pobre en cenizas, pasa a un horno de reducción (1260 °C) en donde se obtiene sulfuro de bario, mediante la reacción siguiente:



La ceniza negra, producto obtenido al cabo de más de tres horas, tiempo en el cual se completa la reacción anterior, pasa a unos tanques de lavado con agitación violenta donde es mezclado con agua y vapor, formando una solución impura de sulfuro de bario, solución que junto con el material no disuelto pasa a un tanque decantador, separando ahí el licor rico en sulfuro de bario el cual se utilizará en la producción del cloruro de bario, mientras que la solución decantada será empleada en la fabricación del carbonato de bario.

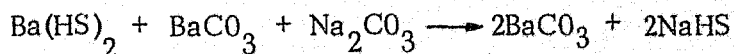
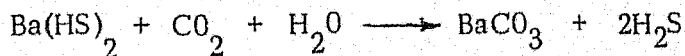
Esta última solución se hace burbujear con gas proveniente de las calderas o gas purificado proveniente del horno, en la base de un tanque absorbedor, obteniendo así lodos carbonatados, los cuales se filtran, se lavan hasta eliminar todos los sulfuros (reacción con acetato de plomo), y se pasan a un tanque secador de fuego directo, para reducir el contenido de humedad del producto; una vez terminado este paso, el material se muele y se ensaca.



La experiencia señala, que de los gases anteriores, el de las calderas es más recomendable, puesto que su contenido de oxígeno es -- más fácil de controlar; el oxígeno, cuando está presente en volumen apreciable, provoca la formación indeseable de productos oxidados en el carbonato de bario.

El proceso anterior sólo permite convertir a carbonato de ba-

rio alrededor de un 50% del bario; si se desea, y empleando el licor madre, la reacción puede continuarse mediante cualquiera de las formas siguientes:



En ambos casos, se logra una mayor conversión del ión bario a carbonato de bario, pero se presentaría un problema relativo de qué hacer con los sub-productos, debido a limitaciones de mercado.

Partiendo del licor rico en sulfuro de bario, existe la posibilidad de someter esta solución concentrada a un proceso de evaporación y obtener así un producto no refinado, de calidad técnica, en forma de terrones color café negruzco, que contienen de 60 a 70% de Bas. El producto de más alta calidad, es de color blanco gris y contiene de 80 a 90% de Bas.

Para la elaboración del cloruro de bario, se parte como ya se mencionó, del lodo grueso obtenido en el sistema de lavado de la ceniza negra, conteniendo amén del sulfuro de bario, elementos insolubles en el agua, provenientes del horno. Estos elementos incluyen sólo una pequeña parte del sulfato de bario no convertido y cantidades apreciables de bario, combinado con hierro, sílice y alúmina principalmente. Estos últimos tres compuestos, virtualmente son insolubles en agua, pero --



reaccionan con ácido clorhídrico para formar cloruro de bario.



En la fabricación de cloruro de bario, se bombea el lodo espeso a tanques adecuados y a prueba de ácidos, hasta que el pH sea mayor de 7, y se precipite el fierro ferroso. Se hace hervir la solución y se pasa a un sistema de decantación y posteriormente a un filtro - lavada hasta que quede casi libre de cloruros - vá al desecho, en tanto que el licor decantado y el agua de lavado se bombean a un sistema de evaporadores tipo batch. La solución caliente y concentrada, conteniendo aproximadamente 30% de  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , se deja asentar y posteriormente se bombea a un cristizador al vacío de tipo no continuo (batch), a prueba de ácidos. Una vez que existe ya cantidad suficiente de solución concentrada, se deja enfriar en vacío y el lote entero se pasa a una gran charola - también al vacío, en donde los cristales se lavan con agua fría, para limpiarlos del licor madre que haya podido quedarles adherido. Después de varias horas de deshidratación, los cristales se pasan a un secador rotatorio a base de aire caliente o flama a baja temperatura, para producir el material del tipo cristalino, que contiene dos moléculas de agua de cristalización, las que pueden eliminarse con sólo aumentar la temperatura del secador.

Es conveniente mencionar que el material anhidro es sumamente higroscópico, por lo que si fuera necesario, sería factible fabricarlo

únicamente sobre pedido y tener cuidado de envasarlo en sacos a prueba de humedad, con costuras y pliegues encerados o bién en tambores de acero. El material cristalino se envasa en sacos de papel común.

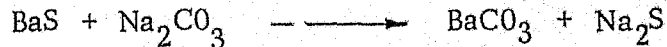
Resulta interesante hacer notar que tanto el licor madre proveniente de la charola de vacío, así como todos los líquidos del lavado, pueden ser enviados nuevamente al sistema, hasta que las impurezas lleguen a un punto predeterminado. En esta forma se lograría una mejor eficiencia en el proceso, y periódicamente habría que desechar todo el licor del sistema.

Una alternativa extra para el proceso descrito, y relativamente de baja inversión, sería el aprovechar el sulfuro de hidrógeno obtenido en la reacción del lodo de cloruro de bario con ácido clorhídrico; este gas, el que resultaría bastante puro, se llevaría a tanques absorvedores donde reaccionaría, ya sea con una solución de amoníaco acuoso o de sulfuro de sodio, para formar sulfuro de amonio o sulfhidrato de sodio respectivamente. El aprovechamiento de esta solución resultante puede ser sumamente sencillo, una vez ajustado el contenido de sulfuro de hidrógeno en la misma.

Cabe señalar que otro posible camino a seguir para la fabricación de carbonato de bario, sería haciendo reaccionar la solución caliente de sulfuro de bario con carbonato de sodio (soda ash), seco. La adición de éste último se suspendería hasta que el carbonato de bario se --

precipitara, obteniéndose en esta forma sólo un ligero exceso de soda -- ash en la reacción.

La precipitación del carbonato de bario, se verificaría conforme a la ecuación :



El precipitado se separaría de la solución de sulfuro, mediante un procedimiento semejante al descrito para el bióxido de carbono, a excepción de que la dificultad para eliminar de la solución la sal de sodio es mayor. Sin embargo, para que el procedimiento resultara más económico, sería necesario en cierta forma, pensar en un aprovechamiento total y adecuado para el sulfuro de sodio, elevando su calidad un 60 - 62% de pureza, alcanzando así en términos generales un grado comercial - - aceptable del producto, listo para ser envasado.

Los párrafos anteriores han descrito a grandes rasgos, los -- procesos de elaboración de una planta que estaría encaminada a trabajar permanentemente, dentro de la química del bario con grandes problemas; pero teniendo también, en la medida de las posibilidades, objetivos tan - claros como serían :

- a ) Buscar en todo momento una mayor diversificación de -- productos ;
- b ) Estar trabajando permanentemente bajo políticas de aba-

timiento o reducciones de costos ;

- c ) Tener conciencia en mejorar, cuando lo sea posible, la calidad de los productos así como la de sus procesos.

Creando de esta manera nuevas fuentes de trabajo, a medida que los recursos de la planta lo fueran permitiendo.

## C A P I T U L O    I V

## REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

Hoy en día, y debido principalmente a los cambios tan bruscos tanto en disponibilidades como en precios por los que atraviesa la industria en general, conviene hacer un análisis lo más completo posible, que muestre claramente los requerimientos de materiales necesarios para el presente proyecto y durante los próximos años.

Partiendo de los volúmenes estimados de producto para venta a manejar por año, cuyas cifras son:

## ESTIMADO DE VENTAS POR PRODUCTO\*

(Cifras en Toneladas)

Año	BaCO <sub>3</sub>	BaCl <sub>2</sub>	TOTAL
1975	350	234	584
1976	454	505	959
1977	490	545	1035

\* Ver Tabla XII

Se calcularía la cantidad necesaria de BaS, para evaluar después la cantidad de - barita - requerida para los volúmenes de producción arriba mencionados.

Ahora bien, en el caso del cálculo de BaS requerido para la fabricación del BaCO<sub>3</sub>, partimos de la ecuación:



En donde:

P.M.	2 BaS	338.8	P.M.	BaCO <sub>3</sub>	197.3
P.M.	CO <sub>2</sub>	44	P.M.	Ba(HS) <sub>2</sub>	203.5
P.M.	H <sub>2</sub> O	<u>18</u>			
		400.8			<u>400.8</u>

Y en que de acuerdo a la experiencia sobre la reacción, se seña la considerar un 40% de material en exceso; por un cálculo de balance de material encontramos los siguientes resultados:

Año	BaCO <sub>3</sub> Producción (1)	BaS requerido	BaS en exceso
(Cifras expresadas en Ton.)			
1975	367	630	882
1976	477	819	1147
1977	514	882	1235

(1) Se considera un incremento de 5% sobre el estimado en venta señalado.

Por otra parte, para el cálculo de BaS requerido en la elaboración del  $BaCl_2$ , partimos de la ecuación:



En donde:

P.M.	BaS	169.4	P.M.	$BaCl_2$	208.2
P.M.	2 HCl	<u>72.8</u>	P.M.	$H_2S$	<u>34</u>
		242.2			242.2

Y en la que es necesario considerar un 12% de material en exceso para que la reacción se lleve a cabo en forma satisfactoria. Por cálculo similar al anterior encontramos los resultados siguientes:

Año	$BaCl_2$ Producción (1) ( Cifras expresadas en Ton. )	BaS requerido	BaS en exceso
1975	246	200	224
1976	530	431	483
1977	572	466	522

(1) Se considera un incremento de 5% sobre el estimado de venta señalado.

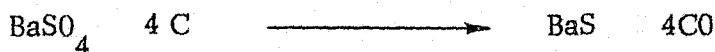
De los datos obtenidos en los cálculos anteriores, podemos ejemplificar las necesidades totales de BaS de la manera siguiente:

## NECESIDADES DEL SULFURO DE BARIO \*

Año	En Producción de BaCO <sub>3</sub>	En Producción de BaCl <sub>2</sub>	Total
1975	882	224	1106
1976	1147	483	1630
1977	1235	522	1757

\* Cifras expresadas en Toneladas.

Una vez disponible la cantidad total de BaS requeridas para la fabricación, tanto del carbonato como del cloruro de bario, se calculará la cantidad de - barita - requerida, de acuerdo a la reacción:



En donde :

P.M.	BaSO <sub>4</sub>	233.4	P.M.	BaS	169.4
P.M.	4 C	<u>48</u>	P.M.	4CO	<u>112</u>
		281.4			281.4

De igual manera que en los cálculos efectuados anteriormente, y considerando un 8% de material en exceso, se obtiene finalmente las - cantidades de barita necesarias para cada año. Dichas cantidades son:

Año	Total de BaSO <sub>4</sub> Barita requerida
1975	1646 Ton.
1976	2425 "
1977	2614 "



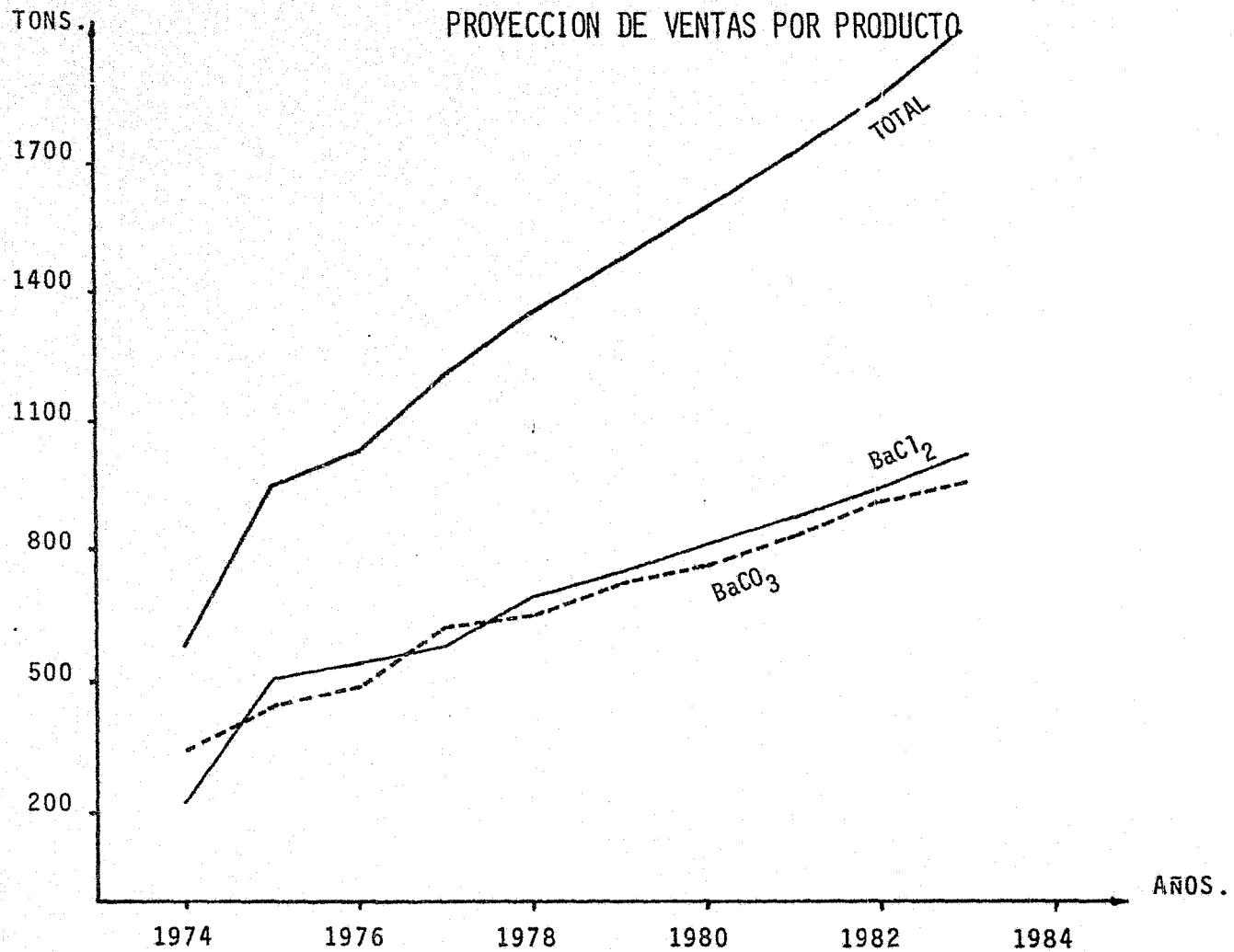
Por último, y con el objeto de presentar un cuadro completo de los otros materiales involucrados en las reacciones anteriormente señaladas, será necesario efectuar los cálculos que permitan encontrar los requerimientos, tanto de carbón como de ácido clorhídrico para los volúmenes ya mencionados.

Los cálculos reportan las siguientes cifras :

Año	Requerimientos Carbón de 60%	Requerimientos HCl 100%	Requerimientos HCl 45%
1975	497 Ton.	96 Ton.	214 Ton.
1976	732 "	207 "	461 "
1977	790 "	224 "	498 "

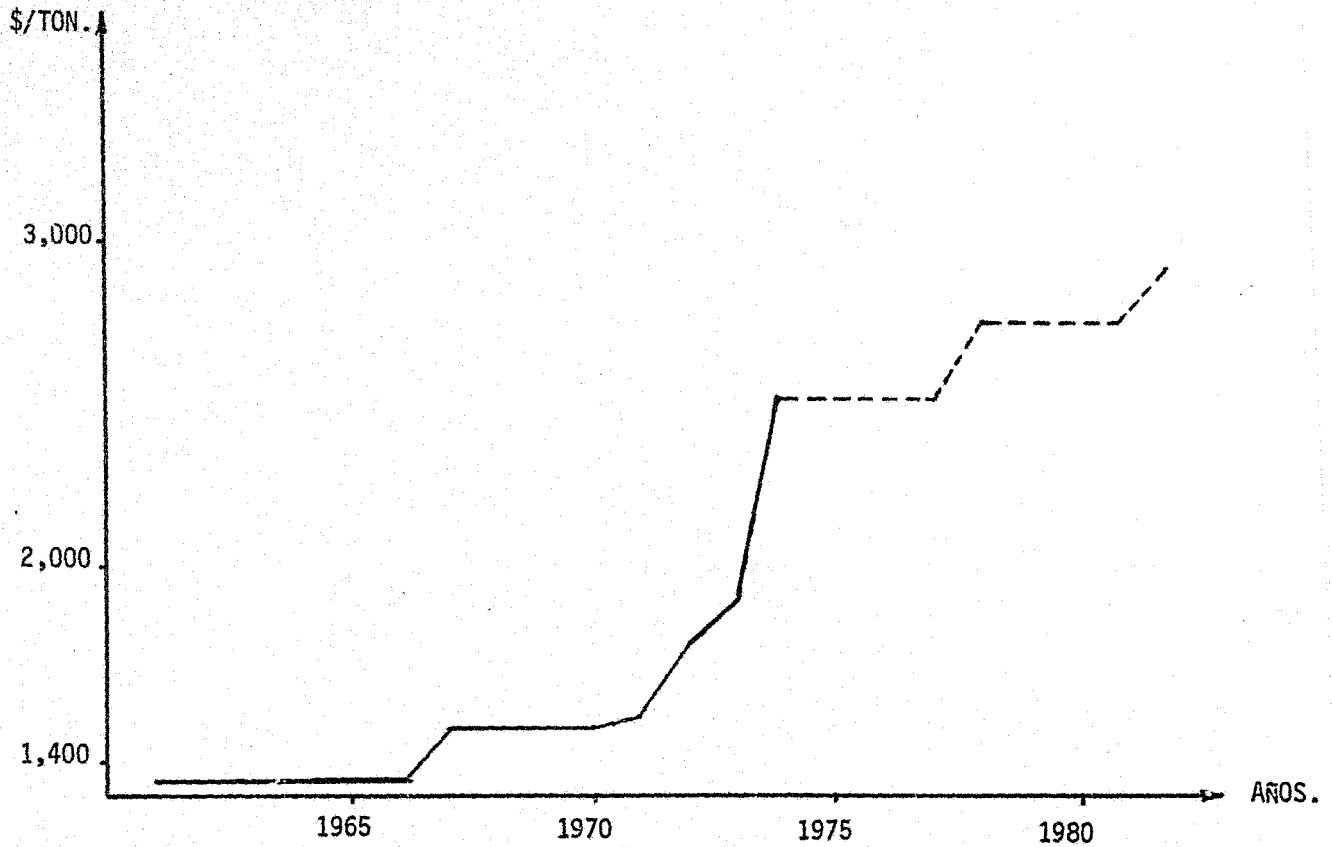
TABLA XI

PROYECCION DE VENTAS POR PRODUCTO



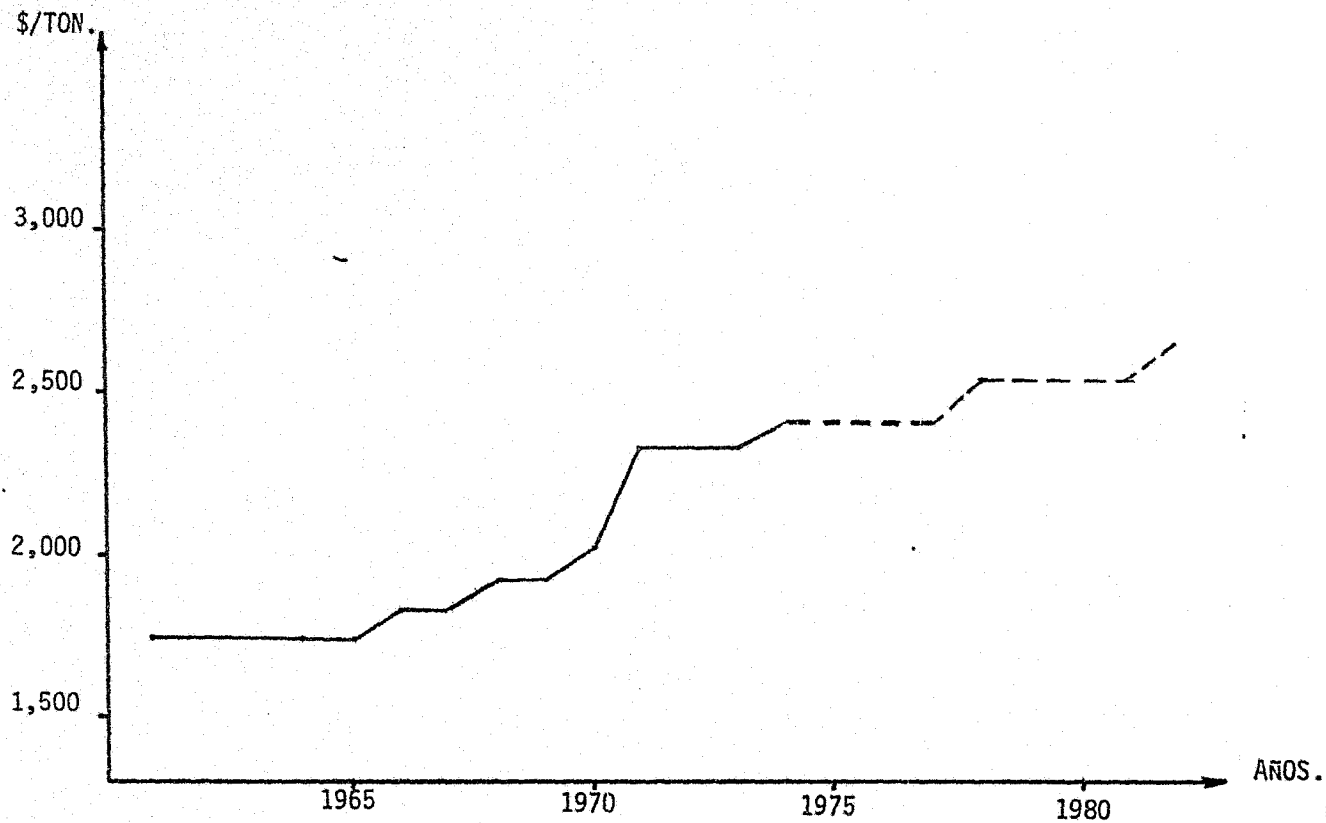
T A B L A XII

HISTORIA GRAFICA DE PRECIOS PARA EL CARBONATO DE BARIO



T A B L A   X I I I

HISTORIA GRAFICA DE PRECIOS PARA EL CLORURO DE BARIO



C A P I T U L O V  
EVALUACION ECONOMICA .

A continuación se analizarán en forma preliminar los diferentes conceptos que deben incluirse en un estudio de esta naturaleza, lo cual nos facilitará de manera determinante hacer el juicio sobre la aceptación o rechazo del proyecto en cuestión.

I. - INVERSION FIJA.

a). TERRENO

La planta se localizaría en la zona industrial de Apatzingan, Mich., en virtud de que las fuentes de aprovechamiento de mineral se encuentran localizados en un radio de 120 kilómetros a esa ciudad. La superficie requerida sería de 6,000 metros y cuyo costo, a razón de -- \$75.00/m<sup>2</sup>, arroja un total de \$450,000.00

## b). ESPUELA DE FERROCARRIL

Aproximadamente a unos 100 metros del terreno seleccionado, se tiene el paso de uno de los ramales de servicio del ferrocarril. La ampliación de este ramal hasta darle acceso al terreno indicado para la recepción y salida de materiales, considerando un total de obra de 250 metros lineales de vía, a un costo unitario de \$1,800/metro, da un total de \$450,000.00.

## c). CONSTRUCCION DE LA PLANTA

Se incluye en este inciso toda la obra civil necesaria para el montaje de la planta, así como las áreas destinadas a bodegas en general, taller mecánico, servicios y laboratorio y áreas de oficinas. Basándonos en los índices que la literatura señala para este renglón, 25% del precio de compra de equipo, y haciendo un ajuste preliminar de un 10% adicional en virtud de los recientes aumentos en los materiales de construcción, encontramos que el costo se eleva a \$1,485,000.00.

## d). EQUIPO Y MAQUINARIA

La planta de molienda diseñada para operar en un principio 8 horas diarias, equivalentes a una capacidad de molienda de 80 toneladas, sería del tipo SUPER-TITAN de la Williams Patent Crusher and Pulverizer Co. Inc. de St. Louis Mo. El costo de esta planta en lugar de trabajo y montada se ha estimado en \$2,250,000.00.

De la misma manera se obtuvo cotización de la planta de fabricación de sales, tanto de carbonato como de cloruro de bario. Por este concepto y también puesta en lugar de trabajo y montada el costo de la planta se estimó en \$3.150,000.00.

Por otra parte, el equipo mínimo requerido por el laboratorio para llevar a cabo los análisis necesarios tanto de materia prima como de productos terminados, así como tener perfectamente equipado el taller de mantenimiento de planta y la compra de una camioneta al servicio de la misma, representa por éstos conceptos un desembolso adicional de \$380,000.00

De lo anterior resulta que el total, por concepto de - equipomaquinaria - asciende a \$5.780,000.00

#### c). MOBILIARIO

Estaría comprendido todos los muebles necesarios para las oficinas y el laboratorio, así como archiveros, equipos de aire acondicionado, cancelería, calculadoras, máquinas de escribir, teléfonos, -- etc. Para este concepto y de acuerdo a diferentes cotizaciones recibidas, se ha estipulado la cantidad de \$310,000.00

Las partidas anteriores quedarían resumidas de la manera siguiente :

Terreno	\$ 450,000.00
Espuela de Ferrocarril	\$ 450,000.00
Construcción de Planta	\$ 1.485,000.00
Equipo y Maquinaria	\$ 5.780,000.00
Mobiliario	<u>\$ 310,000.00</u>
TOTAL INVERSION FIJA:	\$ 8.475,000.00

## II. - CAPITAL DE TRABAJO.

### a). INVENTARIO DE MATERIA PRIMA.

Para el caso de evaluar los requerimientos de barita natural o cruda, en base a la capacidad de molienda del equipo propuesto, se considerará 30 días de inventario, o sea 2,400 toneladas a razón de \$150.00 la tonelada puesta en planta, lo que da un total de \$360,000.00

El carbón necesario para la reducción de la barita en el primer año de operación es de 497 toneladas. Considerando un precio de \$360.00 tonelada de carbón y material para un mes de operación, se tiene un costo por este concepto de \$14,760.00.

Finalmente, por concepto de requerimiento de ácido clorhídrico al 45%, se tiene que es de 214 toneladas para el mismo período.

Si consideramos el ácido necesario para un mes de operación, es decir, 18 toneladas y cuyo costo aproximado del material puesto en



Planta es de \$1,140.00 la tonelada, nos da un total de \$20,520.00.

De lo anterior, tenemos que el total de gastos por concepto de inventario de materia prima es de \$395,280.00

b). INVENTARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS

Al igual que como se ha efectuado el cálculo en el caso de Inventario de Materia Prima, para este concepto y considerando el valor de los materiales a nivel de costo de operación, la cantidad se eleva a \$774,000.00

c). RESERVA EN EFECTIVO

Se incluye el efectivo necesario para poder cubrir y solventar otro tipo de gastos de la empresa, como son sueldos, salarios, impuestos, etc., necesarios en la operación. La reserva se ha calculado en \$140,950.00

De lo anterior se obtiene que el total por concepto de Capital de Trabajo es de \$1,310,230.00 que equivale a un 15.5% del Total de la Inversión Fija.

III. - COSTO DE OPERACION.

a). MANO DE OBRA DIRECTA

Incluye personal propio para la operación de descarga y carga

de los carros de ferrocarril, es decir, personal que se encargue del recibo de la materia prima a granel, y que surta los productos para venta - como es la barita molida y encostalada, así como las sales mismas. Para todo lo anterior se necesitarían ocho peones de \$1,450.00 c/u; total - \$11,600.00

En la planta de molienda se necesitarían tres personas; un jefe de \$3,000.00 y dos ayudantes de \$2,000.00 c/u; total \$7,000.00

En la planta productora de sales se requeriría de un jefe técnico, que estaría a cargo de toda la producción en sí de la planta, con sueldo de \$6,500.00, un ayudante de \$4,000.00 y ocho operarios de \$1,700.00 c/u; total \$24,100.00

En el área de envase de los productos se necesitarían tres personas de \$1,500.00 c/u; dos en el llenado de barita para perforación, y una más en el llenado de las sales para venta. Además se requeriría de tres personas más de \$1,450.00 c/u que efectuarían la estiba de los productos; total \$8,850.00

Finalmente, para la caldera, se requeriría de un fogonero de \$3,000.00 y un ayudante de \$2,000.00; total \$5,000.00

#### b). MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento total de la planta, sería necesario contar con un ingeniero Mecánico-Electricista de \$5,000.00 y dos ayudantes

de \$2,500.00 c/u; total \$10,000.00

c). SUPERVISION Y LABORATORIO

Toda la supervisión de la manufactura de la planta, estaría a cargo de un Ingeniero Químico, el cual tendría un sueldo de \$9,000.00. Contaría con la asistencia técnica que le facilitaría el laboratorio, en donde se tendría a una Química con sueldo de \$5,000.00, y un ayudante con sueldo de \$3,500.00; total \$17,500.00

d). SERVICIOS

Dentro de este párrafo se incluye el costo originado por combustible para la planta, energía eléctrica, vapor, agua. Por el tipo de proceso que se trata, se ha estimado en un 15% del costo de materia prima, lo que da la cifra aproximada de \$60,000.00

e). DEPRECIACION

Se considera una tasa anual de 10%, para toda la planta. De lo anterior, el costo mensual por este concepto sería :

$$\text{Depreciación mensual} = \text{Inversión fija} \times 0.10 \times \frac{1}{12 \text{ meses}}$$

Aplicando valores a la ecuación anterior, obtenemos la cantidad de \$70,625.00

## f). SEGURO E IMPUESTO PREDIAL

Para el cálculo del costo de seguro, se ha considerado tomando como cuota el 1.2% de la inversión fija al año. El cálculo anterior arroja la cifra de \$8,025.00

Por otra parte, para el cálculo del impuesto predial, se ha considerado tomando como prima anual el 1.5% del 75% del valor de terreno y construcciones. El cálculo anterior reporta la cifra de \$1,814.00 por mes.

## g). MATERIAL DE EMPAQUE

Todo el producto terminado deberá envasarse en sacos de papel de 3 capas y con capacidad de 50 kilos. De acuerdo al volumen de molienda ya enunciado, se requerirían 48,000 sacos, el cual tiene un costo unitario de \$2.15; lo anterior arroja un total de \$103,200.00 por mes.

## IV. - GASTOS GENERALES.

## a ). VENTAS

Las ventas de la empresa quedarían a cargo de un gerente con sueldo de \$10,000.00 y un agente de \$5,500.00. El departamento tendría los servicios de una secretaria de \$2,500.00; total \$18,000.00

## b ). ADMINISTRACION

Por último, los gastos de administración estarían formados -  
por un gerente general con sueldo de \$15,000.00; un contador con sueldo  
de \$9,000.00 y un ayudante de \$5,500.00. Tendría además el departa--  
mento dos secretarias, una de \$2,700.00 y la otra de \$2,200.00, y un -  
vigilante permanente para la planta con sueldo de \$4,500.00; total - - -  
\$38,900.00

## COSTO DE OPERACION

PRODUCTO: BARITA MOLIDA 325

	1er. año	2do año	3er año
VOLUMEN DE PRODUCCION	22,354 ton.	33,575 ton.	45,386 ton.
Materia Prima :			
Barita	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00
Mano de Obra	12.36	9.87	9.13
Supervisión y Laboratorio	2.81	1.87	1.38
Mantenimiento	2.14	2.14	1.58
Servicios	12.88	8.57	6.34
Material de Empaque	43.00	43.00	42.50
Fletes	55.00	55.00	60.00
Depreciación	15.16	10.09	7.46
Impuesto Predial	0.48	0.32	0.23
Seguro	2.15	1.43	1.07
TOTAL:	\$ 295.98	\$ 282.29	\$ 279.69

## ANALISIS DEL COSTO TOTAL DE PRODUCTO

- BARITA MOLIDA 325 -

	1er. año	2do. año	3er. año
Volumen de Producción	22,354 ton.	33,575 ton.	45,386 ton.
Costo de Operación	\$ 295.98	\$ 282.29	\$ 279.69
Gastos de : Administración,	14.61	9.73	8.27
" : Venta	6.76	4.50	3.83
" Investigación	1.50	1.50	1.50
" Financieros	5.91	5.64	5.59
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 324.76</b>	<b>\$ 303.66</b>	<b>\$ 298.88</b>
Precio de Venta Actual	\$ 320.00	\$ 320.00*	\$ 320.00*
Utilidad bruta	\$ (4.76)	\$ 16.34	\$ 21.12
% Sobre Precio de Venta	1.47-	5.38	7.06

\* Estimado.

## COSTO DE OPERACION

PRODUCTO: CARBONATO DE BARIO. -

	1er año	2do. año	3er año
VOLUMEN DE PRODUCCION	350 ton.	454 ton.	490 ton.
Materia Prima :			
Barita	\$ 562.55	\$ 562.55	\$ 562.55
Carbón	407.66	407.66	407.66
Mano de Obra	574.69	531.65	615.74
Supervisión y Laboratorio	210.00	161.89	150.00
Mantenimiento	102.85	79.29	73.46
Servicios	617.14	475.77	440.81
Material de Empaque	43.00	43.00	43.00
Fletes	55.00	55.00	60.00
Depreciación	726.42	560.02	518.87
Impuesto Predial	15.54	11.98	11.10
Seguro	68.78	53.02	49.13
TOTAL :	<u>\$ 3,383.63</u>	<u>\$2,941.83</u>	<u>\$2,932.32</u>



## ANALISIS DEL COSTO TOTAL DE PRODUCTO

## - CARBONATO DE BARIO -

	1er año	2do. año	3er año
VOLUMEN DE PRODUCCION	350 ton.	454 ton.	490 ton.
Costo de Operación	\$ 3,383.63	\$ 2,941.83	\$ 2,932.32
Gastos de : Administración	200.05	154.22	164.33
"      : Venta	92.57	71.36	76.04
"      : Investigación	1.50	1.50	1.50
"      : Financieros	<u>67.67</u>	<u>58.83</u>	<u>58.64</u>
COSTO TOTAL	\$ 3,745.42	\$ 3,227.74	\$ 3,232.83
Precio de Venta Actual	\$ 3,350.00	\$ 3,350.00*	\$ 3,350.00*
Utilidad bruta	\$ (395.42)	\$ 122.26	\$ 117.17
% Sobre Precio de Venta	10.56-	3.78	3.62
Precio de Venta Exportación	\$ 3,800.00	\$ 3,800.00	\$ 3,800.00
Utilidad bruta	\$ 54.58	\$ 572.26	\$ 567.17
% Sobre Precio de Venta	1.45	17.72	17.54

\* Estimado

## COSTO DE OPERACION

PRODUCTO: CLORURO DE BARIO.

	1er año	2do año	3er año
VOLUMEN DE PRODUCCION	234 ton.	505 ton.	545 ton.
Materia Prima :			
Barita	\$ 213.68	\$ 213.68	\$ 213.68
Carbón	154.85	154.85	154.85
Acido	1,041.68	1,041.68	1,041.68
Mano de Obra	859.58	477.96	553.60
Supervisión y Laboratorio	314.10	145.54	134.86
Mantenimiento	153.84	71.28	66.05
Servicios	923.07	427.72	396.33
Material de Empaque	43.00	43.00	43.00
Fletes	55.00	55.00	60.00
Depreciación	1,086.53	503.46	466.51
Impuesto Predial	23.25	10.77	9.98
Seguro	102.88	47.67	44.17
TOTAL:	\$ 4,971.46	\$ 3,192.61	\$ 3,184.71

## ANALISIS DEL COSTO TOTAL DE PRODUCTO

## - CLORURO DE BARIO -

VOLUMEN DE PRODUCCION	1er año 234 ton.	2do año 505 ton.	3er año 545 ton.
Costo de Operación	\$ 4,971.46	\$ 3,192.61	\$ 3,184.71
Gastos de : Administración	299.23	138.65	147.74
" : Venta	138.46	64.15	68.36
" : Investigación	1.50	1.50	1.50
" : Financieros	99.42	63.85	63.69
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 5,510.07</b>	<b>\$ 3,460.76</b>	<b>\$ 3,466.00</b>
Precio de Venta Actual	\$ 3,000.00*	\$ 3,000.00*	\$ 3,000.00*
Utilidad bruta	\$(2,510.07)	\$ (460.76)	\$ (466.00)
% Sobre Precio de Venta	45.56-	13.32-	13.45-

\* Estimado.

El análisis detallado de los resultados anteriormente señalados y obtenidos a la presente evaluación, nos conduce a puntualizar con consideraciones de orden económico como sería el porcentaje aplicado al proyecto para cada uno de los renglones de costo y que se indica en el siguiente cuadro:

CONCEPTO	BARITA MOLIDA CARBONATO CLORURO ( Cifras expresadas en % )		
Barita Cruda	100	el resultante	
Carbón	0	50	50
Acido	0	0	100
Mano de Obra	40.8	29.6	29.6
Supervisión y Laboratorio	30	35	35
Mantenimiento	40	30	30
Servicios	40	30	30
Material de Empaque	el resultante en cada caso		
Depreciación	40	30	30
Impuesto Predial	50	25	25
Seguro	50	25	25
Gastos de Administración	70	15	15
Gastos de Venta	70	15	15

Resulta de interés mencionar que en el proyecto de Barita Molida 325, el buscar reducciones a los costos en renglones tales como: - costo de materia prima en planta, mano de obra, servicios, deprecia-

ción, gastos administrativos y de venta, y tener ventaja en cada uno de ellos reflejaría de manera interesante el arranque del proyecto propuesto. En la forma presentado y a un volumen poco superior a las 45,000 toneladas anuales de molienda correspondientes al tercer año de operaciones, solamente una diferencia de 7.06% sobre el precio de venta se tendría.

La búsqueda de mercados de exportación, también podría ayudar a cambiar de inmediato y en forma muy favorable la toma de decisión.

De igual manera, podrían enunciarse consideraciones similares a las anteriores, tanto para el proyecto del Carbonato como para el Cloruro de Bario. Para el primero de éstos y según los números resultantes, el proyecto en el mercado nacional no presenta ningún interés en los primeros tres años de operación; sin embargo, en el caso de mercado de exportación, los resultados están muy cercanos a los comúnmente aceptados para cualquier proyecto similar, es decir, tener un margen de 20% sobre el costo total del producto.

El mantener el proyecto únicamente con miras al mercado exterior, tendría como resultado un alto grado de riesgo y fácil de sufrir situaciones anormales a cada momento, de ahí la necesidad que habría de analizar detalladamente la forma de poder penetrar también al mercado nacional.

Por último, en el caso del Cloruro de Bario, los números resultantes se apartan mucho de una situación tal, que justifiquen plenamente el proyecto presentado; además de tomar en cuenta aquí también y en forma más detallada, la verificación de los costos señalados en -- los párrafos anteriores, se menciona de manera especial el alto costo por concepto de materia prima, es decir, casi 30% del valor del costo de manufactura para el primer año de operación, y de esta cifra el 75% corresponde al ácido clorhídrico, valores que para los dos años siguientes cambiarían a casi 45% en ambos casos. Lo anterior significa la necesidad de elaborar pruebas a escala piloto, para determinar con la mayor exactitud posible las relaciones comerciales necesarias para la conversión deseada.

Teniendo resultados favorables en los puntos señalados anteriormente y buscando siempre la fabricación de volúmenes superiores a los mencionados, ya sea a través de desarrollos de nuevas aplicaciones del producto en el mercado nacional o bien canalizando el mismo bajo condiciones atractivas de venta a mercados exteriores, el cuadro general de costos del proyecto cambiaría en forma radical, hasta el grado quizá, de hacerlo atractivo para cualquier inversionista, dentro del marco presentado.

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

1. - El mercado actual existente en México para las sales de bario, resulta a la fecha insuficiente para justificar desde el punto de vista económico, la creación de una nueva planta productora, tanto de carbonato como de cloruro de bario, y la integración propuesta de la molienda de barita.
2. - Sería necesario la modificación substancial de los diversos factores mencionados dentro de la evaluación económica anterior, para que el proyecto en conjunto resultara atractivo en menor tiempo, - así como la dedicación en la búsqueda de nuevos mercados o sustituciones en los mismos, que reflejaran incrementos considerables en el área de fabricación de sales.
3. - El mercado exterior por otra parte, aporta grandes posibilidades de éxito para la ejecución de los proyectos propuestos, únicamente

te con la gran premisa de un conocimiento total de cada producto - en ese medio por parte del fabricante, y considerando en todo momento un factor de riesgo suficiente para no sufrir por posibles disminuciones de volúmenes de venta a esos mercados.

4. - Las facilidades gubernamentales hoy en día, a través de los certificados de Devolución de Impuesto para toda operación que se efectúe con el exterior, soportan aún más el punto anterior.
5. - Podría sintetizarse, que la nueva fuente de trabajo daría ocupación permanente a 32 obreros y 12 empleados, recibiendo así ayuda el - gobierno del estado a hacer frente a la desocupación actual, siempre y cuando se lograsen en su totalidad los cambios deseados, convirtiéndose el proyecto aquí presentado lo suficientemente atractivo - para el inversionista e industrial.



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

1. - Bauman, H. Carl. Fundamentals of cost engineering in the chemical industry. New York, Reinhold, 1968.
2. - Business Trends. La economía mexicana 1972. México, Publicaciones ejecutivas de México, 1973.
3. - Calvet, Enrique. Química general. Barcelona, Salvat Editores, 1934. Tomo I.
4. - Drilling Muds Determine the Scale of Barite Mining. Industrial Minerals. No. 32, p. 11-13. May. 1970.
5. - Faith, W.L. y otros. Industrial chemicals. 3rd. ed. New York, Wiley, 1966.
6. - Guía de la industria química, productos químicos y embalajes. México, Editorial Cosmos, 1971.

7. - Kirk - Othmer. Encyclopedia of chemical technology. 2nd. ed.  
New York, Wiley, 1964, Vol. III.
8. - Norma oficial de calidad para barita para fluidos de perforación. Diario Oficial. Organó oficial del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.  
26 de febrero, 1968.
9. - Olizar, Marynka. Guía de los mercados de México. 5a. ed.  
México, 1972.
10. - Stanford Research Institute. Chemical economics handbook.  
Barium chemicals. Merlo Park, Calif. 1967, --  
1968, 1970.
11. - The World's Barite Industry. Industrial Minerals. No. 32, -  
p. 15 - 26. May. 1970.
12. - Thorne, P. C. L. and E. R. Roberts. Ephraim's inorganic --  
chemistry. 4th. ed. New York, Interscience Pu-  
blishers, 1945.
13. - Vilbrandt, Frank C. and Charles E. Dryden. Chemical En-  
gineering Plant Design. 4th. ed. New York. ---  
McGraw - Hill. 1959.
14. - White, E. Dalton. Barium chemicals. Chemical Engineering.  
April, 1949, p. 128 - 131.

15. - White, E. Dalton. The plant that barite built. Chemical --  
Engineering. April, 1949. p. 91 - 93.