



T1Q
000034
R94
•

Universidad Nacional del Callao

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA QUIMICA

T é s i s

ref: 34

Fabricación del Acido Bórico
a partir de la Ulexita



Presentado por :

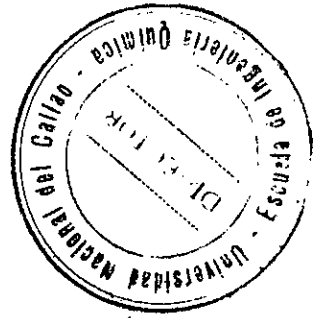
Bachiller: JOSE L. RUIZ NIZAMA

Para optar el Título de Ingeniero Químico

CALLAO

PERU

1 9 8 1



DEDICATORIA

A mi querida Madre Eufemia y a la memoria de mi inolvidable Padre - Over, como prueba de mi cariño y reconocimiento de sus sabios consejos.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento en especial, por sus consejos y colaboración en la realización de la Tesis a mi asesor -- Ing^a Guillermo Jaramillo Carpio.

Mi gratitud a los miembros del jurado:

Ing^a Alfonso Quispe Córdova.

Ing^a Alberto Arroyo Viale.

Ing^a Máximo Da'Fieno Velit,

Por sus valiosos análisis y comentarios.

Mi agradecimiento fraternal a los integrantes de la VIII Promoción "INTEGRACION CIENTIFICA LATINOAMERICANA" y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la preparación de esta Tesis.

GRATITUD A MI UNIVERSIDAD

Te agradezco mi querida UNATEC,
por haber vivido en tu bello jardín
que día a día fué creciendo,
con el riego constante de tus bendi-
tas y sagradas lecciones.

Gracias Alma Mater,
mensajera de la cultura,
tu que eres la paloma celestial,
rodeada de la juventud primaveral
ávida a florecer.

Que a pesar de tu economía de cari-
dad, crecerás con el tiempo,
y estoy dispuesto a ofrecer mi ex-
periencia cuando lo dispongas.

Gracias por los buenos frutos,
reflejados en la pantalla del arco
iris que es el futuro de nuestra
GRAN PATRIA LATINOAMERICANA.

José L. Ruiz Nizama.
18/12/81.

INDICE GENERAL



ITEM		Pág.
CAPITULO	I.- Introducción -----	1
CAPITULO	II.-Resumen -----	3
CAPITULO	III.-Antecedentes Generales -----	
3.1-	Necesidad del diseño y construcción de una Planta de ácido bórico en el Perú -----	4
3.2-	Otros Proyectos Relacionados -----	5
3.3-	Investigaciones Realizadas en el País para el desarrollo de una tecnología Propia -----	6
CAPITULO	IV.-MERCADO	
4.1-	Descripción, especificaciones técnicas y usos del Producto -----	7
	4.1.1.- Descripción del ácido bórico -----	7
	4.1.2.- Propiedades del ácido bórico -----	9
	4.1.3.- Especificaciones del ácido bórico -----	10
	4.1.4.- Usos del ácido bórico -----	
4.2-	Determinación del Area Geográfica que abarca el estudio de Mercado -----	13
4.3.-	Oferta -----	13
	4.3.1.- Producción Nacional -----	13
	4.3.2.- Importaciones -----	14
	4.3.3.- Proyectos para Aumentar la Oferta Nacional -----	19
4.4.-	Demanda -----	
	4.4.1.- Demanda Nacional -----	20
	4.4.2.- Demanda Mundial -----	23
	4.4.3.- Demanda Histórica -----	23
	4.4.4.- Proyección de la Demanda -----	25
	4.4.5.- Demanda Aparente y Proyección de la Demanda Aparente, Demanda Potencial -----	32
	4.4.5.1.- Demanda Potencial -----	32
	4.4.6.- Mercado para el Proyecto -----	32
4.5.-	Estudios de Precios Nacional e Importado -----	33
4.6.-	Comercialización del Producto -----	34
4.7.-	Tamaño de Planta Recomendado -----	35
CAPITULO	V INGENIERIA	
5.1.-	Localización -----	36
	5.1.1.- Disponibilidad de Materias Primas. Adecuabilidad de las Materias Primas para los Requerimientos del Producto -----	38
	5.1.2.- Insumos -----	45
	5.1.3.- Mano de Obra -----	48
	5.1.4.- Terreno -----	49
	5.1.5.- Aspectos Socio - Económicos de la Localización -----	51
	5.1.6.- Incentivos para el Desarrollo Industrial	52

5.2.-	Tecnología -----	
5.2.1.-	Tecnologías Disponibles para la Fabricación del Producto -----	56
5.2.2.-	Selección de la Tecnología. Procedencia -----	61
5.2.3.-	Ingeniería Básica. Datos básicos de la Tecnología -----	64
5.2.4.-	Diseño de la Planta -----	66
	a) Termodinámica y Cinética del Proceso -----	67
	b) Operaciones y Procesos Unitarios -----	85
	c) Balances de Materia y Energía -----	92
	d) Diagrama de Flujo -----	104
	e) Especificaciones de Equipo y maquinaria -----	105
	f) Disposición de Planta. Área de Terreno. Distribución para el cálculo del costo de Obras Civiles -----	144-A
	g) Cronograma de Implementación -----	145
CAPITULO	VI , ESTUDIO ECÓNOMICO FINANCIERO	
6.1.-	Inversión -----	147
6.1.1	Inversión Fija -----	147
6.1.2.-	Capital de Trabajo -----	152
6.1.3.-	Intereses Durante la Construcción -----	153
6.1.4.-	Inversión Inicial -----	153
6.2.-	Estructura de la Inversión (Financiamiento) -----	
6.2.1.-	Moneda Nacional -----	155
6.2.2.-	Moneda Extranjera -----	155
6.2.3.-	Deuda y Capital -----	155
6.2.4.-	Financiamiento de la Deuda y Capital --	156
6.2.5.-	Cronograma de Desembolsos -----	158
6.3.-	Costos de Manufactura o Producción -----	
6.3.1.-	Costos Fijos -----	160
6.3.2.-	Costos Variables -----	161
6.3.3.-	Cuadro de Costos de Producción -----	168
6.4.-	Ingresos por Ventas -----	170
6.4.1.-	Nacional -----	170
6.4.2.-	Exportación -----	171
6.5.-	Estado de Ganancias y Pérdidas -----	172
6.6.-	Flujo de Caja -----	175
6.7.-	Rentabilidad del Proyecto -----	178
6.7.1.-	TIR Económico -----	178
6.7.2.-	TIR Financiero -----	178
6.8.-	Sensibilidad del Proyecto -----	181
6.8.1.-	Ingresos -----	183
6.8.2.-	Inversión -----	196
6.9.-	Balance de Divisas -----	217
6.10.-	Generación de Mano de Obra -----	219
CAPITULO	VII Conclusiones -----	220
CAPITULO	VIII Recomendaciones -----	222
CAPITULO	IX .- Bibliografía y Referencias -----	223

ANEXOS.



CAPITULO I

INTRODUCCION:

Debido a que nuestro País, dispone de materias primas y recursos tecnológicos para la fabricación del ácido bórico-me llevó a realizar la Tesis titulada "FABRICACION DEL ACIDO BORICO A PARTIR DE LA ULEXITA", para la consecución de este fin, desde Octubre de 1979 se plasmo y cristalizó la idea, bajo la dirección y asesoría del Ing^a Guillermo Jaramillo Carpio, se empezó a seleccionar y recopilar toda la información acerca del ácido bórico.

Un exámen breve del contenido del trabajo comprende. Los Capítulos 1 y 2 abarcan la Introducción y Resumen respectivamente. El capítulo 3 trata de los Antecedentes Generales, objetivos e Investigaciones realizadas acerca del ácido bórico,

El Capítulo 4, realiza la descripción, especificaciones técnicas y usos del ácido bórico; el estudio de mercado, la oferta y la demanda, el estudio de precios y comercialización para luego determinar el tamaño de Planta recomendado.

El Capítulo 5, analiza los factores de la localización de la planta las tecnologías disponibles con su respectiva justificación de la tecnología seleccionada, la ingeniería básica y el diseño de planta que comprende la termodinámica y cinética del proceso, operaciones y procesos unitarios, balance de materia y energía, diagrama de flujo diseño de equipos y maquinaria, disposición de la Planta y el cronograma de Implementación.

En el Capítulo 6, del Estudio Económico-financiero cubre la inversión, financiamiento, costos de producción, ingresos de Ventas, el estado de Ganancias y Pérdidas, flujo de Caja, Rentabilidad y Sensibilidad del Proyecto, el Balance de divisas y Generación de la Mano de Obra.

Los Capítulos 7,8, y 9 que sirven para dar las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y referencias respectivamente.

Esta Tesis, fué sustentada y aprobada el 18 de diciembre de 1981, es en gran parte fruto de las pruebas realizadas en Laboratorio y experiencia adquirida, es de esperar -- que sea una contribución para el País y aquellas personas que se dediquen al estudio del ácido bórico y sus afines.

* * *

II.-RESUMEN

El proyecto trata sobre la fabricación del ácido bórico a partir de la ulexita, mineral que encuentra situado en la Laguna Salinas del departamento de Arequipa.

El producto se utiliza en la industria para la elaboración de vidrios, cerámicas, curtidos de cueros, flujos para soldadura, pinturas esmaltadas, papel satinado, cosméticos, jabones, textiles, etc.

La planta será localizada en la Ciudad de Arequipa, la tecnología seleccionada es la del método del ácido sulfúrico.

Entre los procesos y operaciones unitarias utilizados tenemos los siguientes: reacción, filtración, cristalización, sedimentación, centrifugación, secado y envasado, estos son los pasos a seguir para obtener un ácido bórico industrial de 99.1 % de pureza.

La planta tiene una capacidad de diseño de 850 TM/A, El programa de ventas tiene una tasa de incremento anual del 5%.

La fábrica entrará a operar a partir de 1983 con un capital de inversión:

Tipo de planta	sólido - fluido
Inversión fija	U.S.U 210,420
Capital de trabajo	52,661
Intereses durante la construcción	<u>77,260</u>
Inversión total	U.S. 340,341

El capital de aporte será un 55.93% y la deuda un 44.07% de la inversión total respectivamente.

El TIR económico es de 27.65% y el TIR financiero de 41.03 %

El punto de equilibrio es de 15.00%.

III. ANTECEDENTES GENERALES

3.1.- Necesidad del diseño y Construcción de una planta de ácido bórico en el Perú.

Las razones primordiales del estudio, desarrollo y diseño de este proyecto se debe a las siguientes causas:

- a.- En el país existe el recurso natural adecuado para la producción de ácido bórico, en la actualidad se exporta la ulexita a otros países sin ningún valor agregado desde su extracción, de este insumo económico se puede elaborar el producto demandado: el ácido bórico de 99.1 % de pureza.
- b.- Satisfacer la demanda de consumo de ácido bórico de los sectores industriales que lo utilizan como materia prima o insumo, debido a la baja producción nacional motivan su importación debiéndose pagar altos precios incluyendo pago de fletes, seguros, aranceles, gastos de aduana, almacenamiento, etc.
- c.- Sustituir las importaciones de este producto y para evitar la fuga de divisas.
- d.- Aumentar la eficiencia del proceso productivo para la obtención del ácido bórico, adaptando la tecnología y diseño de acuerdo a las características de los recursos disponibles.

- .- Diseñar una planta industrial para producir 850 TM/A, utilizando materia prima nacional.
- f.- Demostrar la factibilidad y rentabilidad del proyecto.
- g.- Contribuir con el desarrollo industrial del país para originar una fuente de trabajo.

3.2.-

Los proyectos ligados al ácido bórico, que los utilizan como materia prima o insumo tenemos los siguientes:

- 3.2.1. El boráx que se emplea como cuerpo auxiliar para esmaltar toda clase de utensilios de hierro, así como para la elaboración de esmaltes cerámicos, vidrios ópticos y aparatos de vidrios resistentes, se emplean como cemento para la fabricación de ladrillos refractarios, muelas de molinos, etc. La industria del lavado y blanqueo emplea considerables cantidades de boráx.
- 3.2.2. Los diboranos figuran como combustibles de alta energía para la aviación ya que los boranos (compuestos de boro e hidrógeno) arden desprendiendo mas calorías que cualquier otro combustible, se le considera para el futuro como el combustible ideal para los motores de propulsión a chorro.
- 3.2.3. El boro amorfo o cristalino se emplea como

desoxidante y desgasificante en reacciones metalúrgicas, para refinar piezas de aluminio fundidas y para facilitar el tratamiento térmico del hierro maleable, en pequeñas cantidades el boro favorece el temple de los aceros.

3.2.4. Los boratos: sódico, amónico o de zinc, son empleados en la impregnación de tejidos para que adquieran propiedades incombustibles.

3.2.5 El pentaborato potásico es muy empleado en el preparado de soldadura autógena.

3.3.-

Las investigaciones realizadas han sido llevadas a cabo por las siguientes entidades:

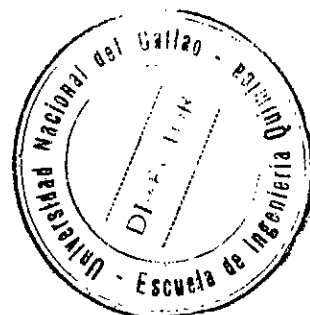
- 1.- Itintec.
- 2.- Compañía Químicos S.A.
- 3.- Boratos del Perú S.A.
- 4.- Universidad San Agustín de Arequipa.

Con los estudios realizados por estas entidades se han comprobado y corroborado algunos parámetros para la obtención del ácido bórico,

Tal es así que la Compañía Químicos S.A. esta operando con una tecnología propia producto de la experiencia de las investigaciones realizadas conjuntamente con Boratos del Perú, quien explota la ulexita de "Laguna de Salinas"

Itintec han realizado estudios conjuntamente con la Universidad de San Agustín, estudios relacionados con el ácido bórico,

Itintec ha patentado una tecnología sumamente moderna para la obtención del borax, lo mismo ha hecho Químicos S.A. patentando la del ácido bórico por el método del ácido clohídrico.



CAPITULO IV.- MERCADO

4.1.- Descripción, especificaciones y uso del producto.

4.1.1.- Descripción del ácido bórico.

Sinónimia.- El ácido bórico es conocido como sal sedativa de Homberg, ácido bórico, ácido ortobórico, flores de borax, sal narcoticum vitriolo, acidum boricum.

El ácido bórico es un sólido blanco, translucido, de sabor dulzaino astringente, de brillo perlino sedoso, lustre nacarado y es untuoso al tacto.

Se presenta en hojuelas, escamas o en láminas triclinicas pinacoidales.

4.1.2.

1.- Según Ditte la densidad del ácido bórico disminuye con el aumento de la temperatura.

Temperatura °C	0	12	14	60	80
Densidad gr/cm ³	1.55	1.52	1.51	1.42	1.38

2.- El calor de disociación es:

18.2°C	16.4°C	13.6°C
-3860 cal	-4040 cal	-4140 cal

3.- La constante de disociación según Walker es a 18°C 1.7×10^{-9} según Hantzseh y Barth a 25°C es 2.3×10^{-9}

4.- Es un ácido débil en solución acuosa, más débil que el ácido sulfhídrico.

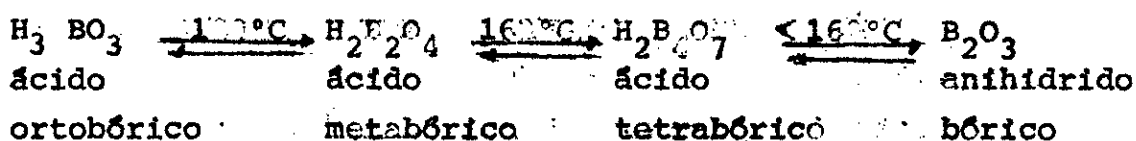
5.- Su fórmula es: H_3BO_3 de peso molecular 61,844.

- 6.- El calor de formación llega a 6,300 cal.
- 7.- Punto de fusión 184°C
- 8.- El ácido bórico alcanza un coeficiente - de dilatación - entre 12 y 60°C = 1.5429×10^{-3} ; entre 12 y 80°C=.....
 14.758×10^{-4}
- 9.- El aumento del punto de ebullición para la molécula-gramo en 100 cm³ a la concentración de 0.41 a 1.76% es de 1.96 a 1.93 respectivamente.
- 10.- La solución efectúase con absorción de calor que para un equivalente llega según DITTE, a 3,187 cal
- 11.- La energía libre de formación a 25°C es de -280.3 Kcal/mol.
12. Su solubilidad aumenta en proporción a la temperatura:

Temperatura °C	gr H ₃ BC ₃ /100 gr H ₂ O
0	2.65
10	3.57
20	5.04
30	6.6.0
40	8.71
50	11.54
60	14.81
70	16.73
80	23.62
90	30.38
100	40.25
120	110.08

13. Seco a 100°C se transforma en ácido meta bórico HBO₂, a mayores temperaturas se convierte en anhídrido B₂O₃, que funde a 580°C.

Los óxidos y oxácidos de boro son reversibles como se muestra en el desarrollo de la ecuación:



La hipótesis de la formación de los diversos ácidos bóricos da una clara idea de la constitución de las sales, según ella, el metaborato sódico NaBO_2 , es la sal neutra del primer anhídrico del ácido ortobórico.

Debido a la solubilidad de la mayor parte de los boratos y a la volatilidad del ácido bórico, se le encuentra mas concentrado con la hidrósfera y en la cantidad de 0.001%; así mismo se le halla en todas las sedimentaciones de origen marino.

El bórico se encuentra libre en varias regiones volcánicas de Toscana Italia, Nevada, California y en los lagos de Alemania y E.E.U.U.

Se le encuentra en pequeñas cantidades en el agua de mar en cada 1000 litros de los cuales hay una cantidad de ácido bórico equivalente a 0.2 gramos de boro y en muchos manantiales se hallan también indicios de ácido bórico.

En el reino vegetal el ácido bórico existe en muy pequeña cantidad, encontrándose en las cenizas del *Fucus vesiculosus* y en las semillas de la *Maesa picta* (mirsinácea)

en el reino animal se presenta también en algunos organismos, habiéndose comprobado su presencia en la orina del caballo pero no se ha encontrado en la del hombre.

4.1.3.- Especificaciones del ácido bórico

- NOMBRE : Acido bórico u ortobórico
Fórmula : H_3BO_3
Grado Comercial o Técnico : 99.1% de H_3BO_3
Densidad : 1.65 gr./cm³
Forma : Cristales granulados de color blanco o polvo blanco.
Humedad : 0.5%
Envases : Sacos de propileno o de papel reforzado de 50 kg. de capacidad.

CUADRO COMPARATIVO AL ANALISIS PROMEDIO DEL ACIDO BORICO INDUSTRIAL

(STANDARD) Con el fin de producir.

COMPOSICION

H ₃ BO ₃	99.1 %
H ₂ O	0.4 %
Insolubles (SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , MgO).....	0.02
Sulfatos totales (SO ₃)	0.25
CaO	0.1
Cloruros (Cl)	0.12
	<hr/>
	100.00

4.1.4.- Usos del ácido bórico

Tiene muchas y variadas aplicaciones en la industria utilizandose en cantidades considerables en :

- 1.- En la industria de esmaltado.- El que tiene la doble finalidad de descoriar el hierro, y como fundente bajo para conseguir un esmaltado liso y bien adherido.
- 2.- Vidrios.- En la fabricación del vidrio borosilicato para comunicarle un bajo coeficiente de dilatación que le es peculiar.

El ácido bórico es igualmente esencial en el vidrio óptico para obtener el índice de refracción necesario y otras propiedades. El ácido se utiliza en la producción de envases de vidrio, en vidrios resistentes contra las oscilaciones de temperatura (utensilios de laboratorio, tubos para lámparas, termómetros, etc.), artículos novedosos de cristal, vidrios para la construcción y a veces en el vidrio plano, que facilita la fusión, el

afinamiento, la conformación y mejora de algunas propiedades, como el color la durabilidad, la dureza y la resistencia de los artículos acabados.

- 3.- Industria cerámica.-Se le utiliza para la obtención de esmaltes cerámicos, piedras preciosas artificiales, artículos de loza y porcelana. Es también utilizado en muchos vidrios de productos cerámicos y en vidrios especiales coloreados que se utilizan para decorar y marcar envases de vidrio y otros artículos semejantes.
- 4.- Soldaduras.- La propiedad que tiene los flujos de ácido bórico de disolver los óxidos metálicos convirtiéndolos en vidrios fluidos para la operación de soldar.
- 5.- Industria textil.- Cuando se impregnan los tejidos en soluciones de ácido bórico adquieren propiedades incombustibles una vez secos en la cual el ácido sirve como retardador de la combustión, y para el lavado y blanqueo de las telas.
- 6.- Industria maderera y curtiembre.- Por su acción fungistática y bacteriostática el ácido bórico sirve como preservativo de la madera (cuando no esta expuesta a la lluvia o el agua), de los cuerpos sin curtir, el bagazo, la paja y otros materiales celulésicos.
- 7.- En la medicina.- Por sus propiedades antisépticas, se emplea para el tratamiento de las heridas; ejerce una acción paralizante sobre la proliferación de las bacterias, constituye un medio de conversión

muy eficaz para los alimentos, pero cuyo empleo comercial esta prohibido. (En Alemania en 1902, en España en 1920)

El agua boricada (solución débil de ácido bórico) es desde hace muchos años un remedio casero para el lavado de los ojos y para tratar heridas de poca importancia y también para la esterilización de los artículos usados en la crianza de los niños.

- 8.- En la agricultura.- El ácido se ha establecido firmemente como componente esencial de muchos fertilizantes para suministrar al suelo componente de boro. La mayoría de los suelos que han sido cultivados durante algún tiempo muestran deficiencia de boro, que es vitalmente necesario para el crecimiento de muchas plantas cultivadas ejemplo la remolacha que necesita el suministro de boro y la penuria de este elemento provoca el desarrollo de enfermedades que puede ser combatida con el empleo de abonos boratados.
- 9.- En cosméticos.- El ácido bórico se utiliza en la preparación de cremas faciales, lecciones para el cabello y las manos.
- 10.- Otros usos:
 - Fabrica de bujías.- Preparación de mechas.
 - Fábrica de cemento.-Fabricación de la clase mas fina de cemento susceptible de pulimento.
 - Fábrica de pintura.- Preparación del verde de guinot y del borato de manganeso en secante.

Fábrica de papel.-Preparación de mejores papeles satinados.

- Obtención de materias colorantes del grupo de la antraquinona.
- Como electrólito en galvanotecnia.
- Industria del acero.-Facilitar la templabilidad del acero.
- En la industrias de jabones, artículos de limpieza, adhesivo, tratamiento térmico de los metales, inhibidores de corrosión, ablandamientos de agua, carburo de boro, etc.

4.2.- DETERMINACION DEL AREA GEOGRAFICA QUE ABARCA EL ESTUDIO DE MERCADO

La delimitación del área geográfica del mercado señalará dos áreas a ser evaluadas:

- El mercado interno.
- El mercado del Grupo Andino.

Esto quiere decir que se analizarán las necesidades del producto tanto en el mercado interno como en el externo.

El área de mercado interno será principalmente Lima, Trujillo, Arequipa, etc.

Las principales fábricas que funcionan en los departamentos mencionados y que consumen ácido bórico son:

- Fábricas de vidrios, loza, porcelana, soldaduras, etc.

4.3.- OFERTA

4.3.1.- Producción Nacional.

La oferta de ácido bórico está dada por la única Empresa en el país que es: Cía Químicos S.A.

Dicha planta empezó a producir ácido bórico a partir del año 1976, esta situada en el Callao y su capacidad de planta es de 400 TM/A.

A continuación se presenta los datos estadísticos de producción de ácido bórico de la Cía Químicos S.A. , que viene a constituir la Producción Nacional.

CUADRO # 4-1.- PRODUCCION NACIONAL DE ACIDO BORICO A

NIVEL NACIONAL

AÑO	H ₃ BO ₃ en TM.
1976	80
1977	195
1978	290
1979 - 1980	400

FUENTE : Estadística del Ministerio de Industria, Turismo e Integración.

4.3.2.- IMPORTACIONES

En este nivel se tomarón datos de series históricas de los catálogos del Comercio Exterior de más o menos 10 años, los cuales; sirven de base para definir los comportamientos futuros del mercado.

En el cuadro #4 - 2 muestra las importaciones del país desde 1970 - 1981, en 1971 se importó 454 Tn. siendo la máxima cantidad importada hasta la fecha, en 1981 el país tuvo que importar 443 toneladas de ácido bórico debido a la deficiencia de su producción

En el cuadro #4 - 3 muestra las importaciones de los países del Grupo Andino, en el cual Perú y Bolivia poseen yacimientos de boratos naturales los cuales pueden ser aprovechados para la producción de ácido bórico industrial y de esta manera satisfacer la demanda Andina. Los países de Colombia, Perú y

Venezuela consumen una gran cantidad de ácido bórico siendo el único productor de este compuesto el Perú, que cuya producción satisface en parte su demanda de consumo.

Por lo expuesto el Mercado de nuestro -- Producto estará virtualmente dado por el rubro de importación por parte del GRAN. Además Venezuela y Colombia aumentan - sus importaciones en forma acelerada en el transcurso de los años significando un mercado asegurado dentro del con texto del Grupo Sub-Regional Andino.

CUADRO N° 4 - 2

IMPORTACIONES DE ACIDO BORICO INDUSTRIAL DEL PERU

(en Kg.)

PAIS DE ORIGEN	AÑOS						
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Argentina	--	--	--	9,081	20,018	--	--
Alemania Occidental	5,729	159	3,366	1,000	2,276	15,770	10,318
Dinamarca	--	--	--	--	--	265	200
España	--	--	--	--	--	--	628
Estados Unidos	254,596	432,200	115,452	228,330	143,103	127,731	78,756
Francia	23,124	12,672	6,072	13,672	2,646	--	--
Italia	-125	--	128	--	119	894	--
Japón	56	647	1,966	697	--	--	--
Paises Bajos	26	677	--	--	--	--	--
Reino Unido	474	7,262	8,682	4,632	4,925	4,181	10,898
Suiza	--	--	--	--	2,955	2,119	--
TOTAL :	284,130	453,617	135,784	257,412	175,042	150,960	100,618

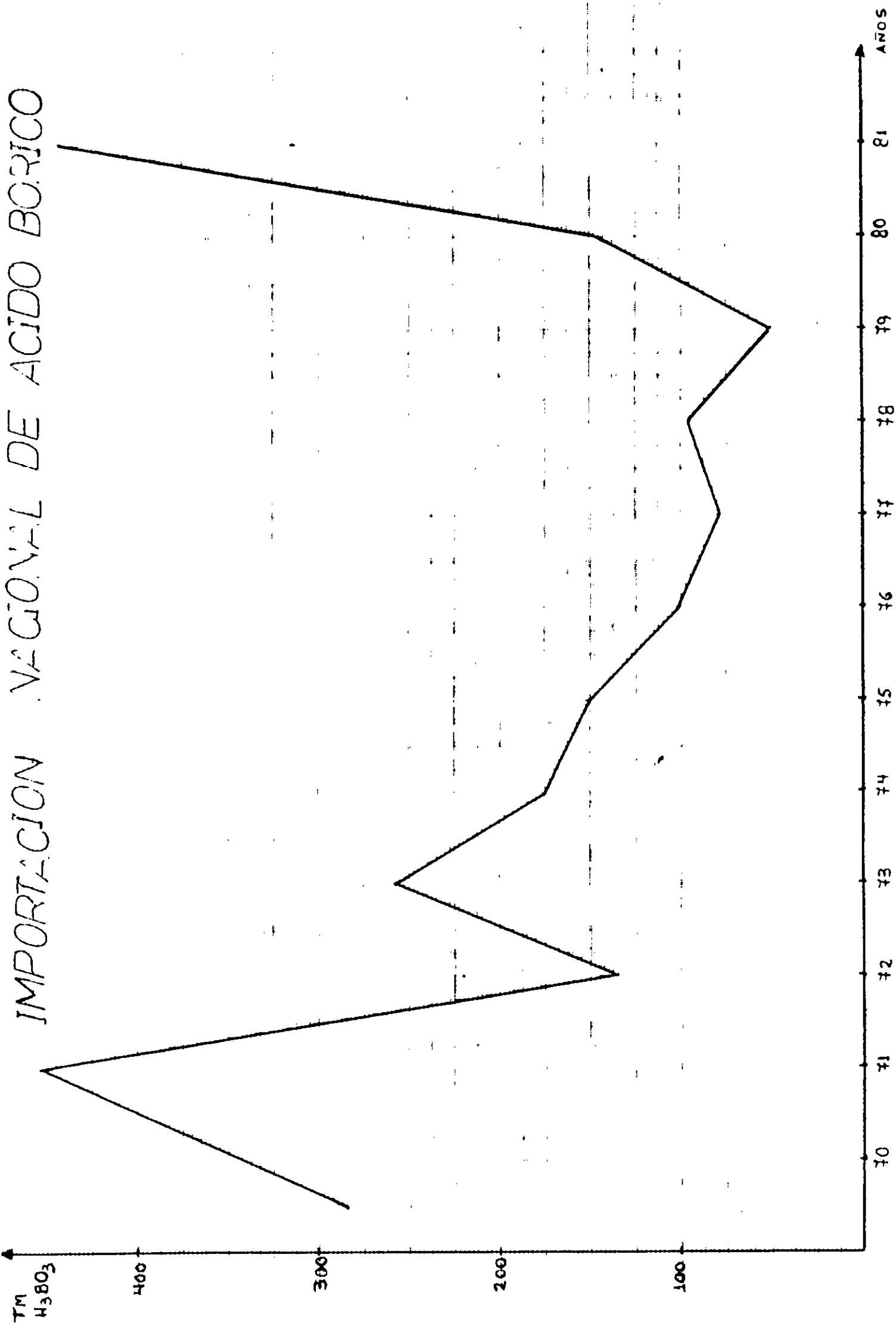
CONTINUACION CUADRO N° 4 - 2

IMPORTACIONES DEL ACIDO BORICO INDUSTRIAL DEL PERU

(en Kg.)

PAIS DE ORIGEN	AÑOS						
	1977 kgs.	1978 kgs.	1979 kgs.	KgB.	1980 Valor FOB U\$//	1981 KgB	1981 Valor FOB US//
Argentina	--	--	--	--	--	7,181	5,634
Alemania Occidental	3,038	7,852	7,012	16,654	12,441	47,336	46,807
Belgica - Luxemburgo				765	1,320	--	--
Dinamarca	--	--	262				
España	1,536	--	1,280	--	--	240	126
Estados Unidos	64,425	3,258	36,783	126,169	82,061	365,923	239,861
Francia	--	--	801	10,330	16,404	--	--
China-Taiwan (Formosa)				4,400	2,876	7,700	4,837
Italia	--	--	--	--	--	15	12
Japón	--	--	--	--	--	--	--
México				55	64	--	--
Países Bajos	--	--	2,020	15,264	20,977	12,528	14,661
Reino Unido	7,551	3,001	3,517	1,046	2,007	1,516	1,709
Suiza	1,040	2,080	--	--	--	528	946
TOTAL :	78,090	96,191	52,665	174,684	145,153	442,989	314,597

IMPORTACION NACIONAL DE ACIDO BORICO



CUADRO N° 4-3

IMPORTACION DE ACIDO BORICO INDUSTRIAL POR PAISES DEL GRAN

AÑO	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA	GRUPO ANDINO
	Peso Ton.	Peso Ton.	Peso Ton.	P.T.	Peso Ton.	Peso Tonelada
1967	1.84	131.00	13.24	289.00	246.00	681.08
68	0.89	174.00	16.15	178.00	290.91	659.95
69	0.51	241.81	11.29	249.27	308.94	811.02
70	1.54	424.94	17.60	284.13	536.13	1264.34
71	1.30	406.00	7.59	453.62	368.93	1237.44
72	2.77	606.56	10.65	135.79	305.83	1061.00
73	10.12	414.29	7.87	257.42	258.44	948.14
74	9.40	530.99	3.45	175.05	701.53	1420.42
75	3.90	--	34.43	150.96	--	189.20
76	4.02	--	17.25	100.62	815.50	937.49
77	--	--	19.10	78.09	--	97.19
78	--	678.64	--	96.20	--	774.83
79	--	--	--	52.67	--	--
80	--	--	--	174.68	--	--

FUENTE : Anuarios Comercio Exterior

Biblioteca Asociación de Exportadores (ADEX)

ND : No disponible.

4.3.3. PROYECTOS PARA AUMENTAR LA OFERTA NACIONAL

Actualmente en nuestro país se está incentivando la formación de pequeñas y medianas industrias, originando el crecimiento industrial, diversas empresas existentes que consumen ácido bórico tienen proyectado en el futuro aumentar sus capacidades instaladas para satisfacer la demanda de diversos productos originado por el crecimiento demográfico e industrial.

Entre los productos demandados tenemos los siguientes:

Abonos boratados, botellas de vidrios, artículos de loza, cerámica, y porcelana, fundentes para soldadura, pinturas, esmaltes, preservantes de madera, en galvanoplastia, fotografía, tintorería, papel satinado, cueros, etc.

Existen muchos proyectos para aumentar la oferta del ácido bórico a nivel nacional, actualmente la oferta no satisface la demanda de consumo de este producto, motivando su importación.

a.)- OFERTA HISTÓRICA Y PROYECCIÓN DE LA OFERTA

Sobre los datos estadísticos de producción de ácido bórico de la Empresa Químicos S.A. (ver ítem 4.3.1. de Producción Nacional), se analizará el comportamiento histórico y la proyección futura de la oferta (Producción de ácido bórico) donde se deduce:

La proyección de la oferta de ácido bórico, está dada por la cantidad constante de 400 - TM/A, que es la capacidad instalada de la Cía Químicos S.A., esta empresa no tiene proyectado en el futuro un programa definitivo de ampliación de su producción.

Por lo tanto en el año 1979, dicha planta ha llegado a su máxima producción, lo cual indica

que la proyección de la oferta será constante en los próximos años, siendo la demanda mayor que la oferta y en el futuro se tendrá que importar el ácido bórico para satisfacer la demanda.

4.4.

4.4.1.

- En esta parte se observa

la demanda del ácido bórico, actualmente la mayoría de las industrias que consumen ácido bórico están creciendo aceleradamente - en su producción, por lo cual indica que en el futuro habría una mayor demanda de ácido bórico.

A continuación en la tabla N^o A se observa las proporciones de consumo de ácido bórico de las siguientes industrias, tomando como base la demanda de 1971 que fue de 454 TM.

TABLA N^o A

	% de consumo de la de manda nacional	Toneladas
Industria de vidrios	25%	112.50
Industria cerámica	65%	294.10
Industria de soldadura y fundente	4%	18.16
Industria de fundición	3%	13.62
Industria de fertilizantes	2%	9.08
Industrias cosméticos, papel, cuero madera y <u>otros</u>	1%	4.54
	100 %	

Fuente : Catálogos de Producción Industrial
Peruana del Ministerio de Industria
y Turismo.

El 90% de la demanda nacional es abarcada por las industrias de vidrios, cerámica, lozas y porcelanas.

En los años venideros la población de nuestro país y del Grupo Andino crecerán en forma paulatina y habrá una mayor demanda de cerveza, gaseosas, ladrillos, - productos cerámica lo que implica que las industrias de vidrios y cerámica aumentarán su producción.

En el cuadro N^o 4-4 se muestra el índice de producción de la industria de porcelana y vidrios.



CUADRO N° 4 - 4

INDICE DE VOLUMEN FISICO DE LA PRODUCCION DE LOS GRUPOS INDUSTRIALES

BASE: INDICE AÑO 1973 = 100.0									
INDUSTRIA BASICA	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
Loza y Porcelana	110.8	116.7	133.6	148.0	140.3	121.9	114.0	133.8	
Vidrios y Productos de Vidrio	105.0	121.8	134.4	120.6	96.2	114.0	117.6	107.6	

FUENTE : Producción Industrial Peruana
Ministerio de Industria y Turismo.

4.4.2.

Italia era un gran productor de ácido bórico, satisfaciendo su demanda, a continuación se presenta la producción de ácido bórico con las instalaciones de toscana, en los siguientes años que se indican:

1848	1000 TM
1855	1334 "
1862	2000 "
1891	1840 "
1896	2250 "
1900	2491 "
1909	2431 "

En 1927 la producción mundial de ácido bórico alcanzó 12,000 TM de los cuales -- 10,000 TM fueron obtenidos por Alemania.

La Revista Mineral Year Book para 1946 da una producción anual de 117,000 toneladas de B_2O_3 en forma de compuestos de boro. En esta cifra no se incluyen 320,000 TM de bórax.

Hace 5 años atrás la producción norteamericana de compuestos de boro representaba el 95% de la producción mundial.

Actualmente la demanda mundial de ácido bórico se estima en 500,000 toneladas anuales.

4.4.3. Demanda Histórica

Para analizar el comportamiento histórico de la demanda (consumo) de ácido bórico a nivel nacional, se utiliza el método de los mínimos cuadrados por ser el procedimiento real, técnico en el cual presenta un mínimo error.

Según el ítem 4.4.1 y de acuerdo el cuadro 4-4 se toma cuenta a las industrias integradas de las diversas y variadas formas de sus productos siendo estas: La industria de cerámica, loza y porcelana, vidrios las cuales abarcan el 90% de la demanda nacional, el análisis del comportamiento histórico se ajusta a una recta lineal para -- las mencionadas industrias:

Barro, loza, porcelana $Y=121.09+1.94x$

Vidrios $Y=119.39-1.05x$

Donde Y representa el índice de volumen físico de la producción y X representa el año correspondiente (VER ANEXO). La industria / cerámica registra un crecimiento en su producción mientras que la industria del vidrio registrará una ecuación de pendiente negativo, las principales causas que afectan su producción son las siguientes:

<u>DETALLE</u>	<u>En:</u>
Dificultad en el abastecimiento de la M.P.	20%
Falta de Demanda	35%
Falta de capital de trabajo	3.5%
Falta de créditos	5.5%
Falta del repuestos y accesorios	4%
Mantenimiento de la planta	5.5%
Huelgas	20%
Otros	<u>6.5%</u>
	100 %

Datos de una Sub-muestra de empresas industriales seleccionadas (Oficina Estadística MIT)

Según las Empresas fabricantes de vidrios estiman que en los próximos años la producción tendrá un aumento de 5%-6% anual.

4.4.4.- Proyección de la Demanda

Para analizar el comportamiento histórico de la demanda (consumo) de ácido bórico a nivel Nacional y del Grupo Andino, se utiliza el método de los mínimos cuadrados.

En esta parte se considera la demanda nacional proyectada de aquellas industrias que consumen en gran cantidad el ácido bórico, las ecuaciones que representan las rectas de regresión lineal (VER ANEXOS) . generan las proyecciones de la demanda Nacional, que se detallan en los cuadros 4-7 hasta el cuadro 4-10).

En el cuadro 4 - 11 se observa la proyección de la importación del país de ácido bórico y en el cuadro 4-12 se estima la demanda del producto en el Grupo Andino.

Las proyecciones se presentan para los próximos 10 años del consumo e importación de ácido bórico.

Según el Item 4.43. la industria de vidrio registra una baja en su producción anual del -- 0.95 %

Según los datos de las industrias de vidrio considerarán que en el futuro la demanda crecerá en el orden de una tasa anual del 5%.

CUADRO N° 4 - 7

PROYECCION DEL INDICE DE VOLUMEN FISICO DE LAS DOS PRINCIPALES
INDUSTRIAS CONSUMIDORAS DE ACIDO BORICO

INDUSTRIA BASICA	BASE:		INDICE	AÑO						
	1973 = 100.0			1973 = 100.0						
INDUSTRIA BASICA	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
Loza y Porcelana	140.9	142.43	144.37	146.31	148.25	150.19	152.13	154.07	156.01	157.95
Vidrios y Productos Vidrios	108.69	107.84	106.79	105.74	104.69	103.64	102.59	101.54	100.49	99.44

CUADRO N° 4- 8

PROYECCION DE LA DEMANDA DE ACIDO BORICO POR LA
INDUSTRIA CERAMICA

BASE : Año 1974 = 227 TM INDICE: 194: 110.8

AÑO	INDICE	DEMANDA TM
1982	169.1	346.4
83	175.9	360.4
84	182.7	374.3
85	189.5	388.2
86	196.3	402.2
87	203.1	416.1
88	209.9	430.0
89	216.7	444.0
90	223.4	457.7
91	230.2	471.6
92	237.0	485.5

CUADRO N° 4 - 9

PROYECTO DE LA DEMANDA DE ACIDO BORICO POR LA
INDUSTRIA DE VIDRIOS

BASE: Año 1974 = 181.60 TM.

Porcentaje de incremento anual del 5% desde 1974

AÑO	DEMANDA TM
1982	268.3
83	281.7
84	295.8
85	310.6
86	326.1
87	342.4
88	359.6
89	377.5
90	396.4
91	416.2
92	437.0

CUADRO N° 4 - 10

PROYECCION DE LA DEMANDA TOTAL DE ACIDO BORICO

Por las dos industrias que consumen el ácido bórico
en un 90% de la demanda

Año	Demanda total
1982	614.7
83	642.1
84	670.1
85	698.8
86	728.3
87	758.5
88	789.6
89	821.5
90	854.1
91	887.8
92	922.5

4- PROYECTO DE LA DEMANDA APARENTE FUTURA

Año	Demanda aparente proyectada TM	Intervalo confianza en TM (5 % error)
1983	662.65	± 33.13
84	705.99	± 35.30
85	749.33	± 37.47
86	792.67	± 39.63
87	836.01	± 41.80
88	879.35	± 43.97
89	922.69	± 46.13
90	966.03	± 48.30
91	1009.37	± 50.47
92	1052.71	± 52.64

CUADRO N° 4-12

ESTIMADO DE LA DEMANDA DE ACIDO BORICO EN EL GRANPeríodo 1980 - 1990

Demanda por Países en Toneladas						
Años	BOLIVIA	COMOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA	GRAN
1983	11.44	1069.58	24.07	662.65	801.23	2568.97
1984	12.12	1130.02	24.90	705.99	835.16	2708.19
1985	12.80	1190.46	25.73	749.33	869.09	2847.41
1986	13.48	1250.90	26.56	792.67	903.02	2986.63
1987	14.16	1311.34	27.39	836.01	936.95	3125.85;
1988	14.84	1371.78	28.22	879.35	970.88	3265.07
1989	15.52	1432.22	29.05	922.69	1004.81	3404.29
1990	16.20	1492.66	29.88	966.03	1038.74	3543.51
1991	16.88	1553.10	30.71	1009.37	1072.67	3682.73
1992	17.56	1613.54	31.54	1052.71	1106.60	3821.95

El factor más importante que determina el incremento de variación en cada año de la demanda aparente, la constituye la importación, notándose claramente el crecimiento de la demanda.

PROYECCION DE LA DEMANDA APARENTE FUTURA

Empleando el método de los mínimos cuadrados se ha obtenido el siguiente comportamiento para la serie estadística básica del consumo aparente de ácido bórico.

Donde Y representa a la cantidad consumida en TM
X representa al año correspondiente (Ver anexo).

A continuación se presenta la proyección de la demanda aparente con sus intervalos de confianza respectiva para un nivel de significación del 5%.

4.4.6.- Mercado para el Proyecto

El mercado del proyecto está justificado por el comportamiento futuro de la demanda (consumo) ácido bórico de las industrias de vidrios, loza, cerámica y porcelana. La mayor parte de la producción de ácido bórico cubrirá la demanda Nacional y el excedente se exportará al mercado del Grupo Andino, especialmente Colombia ó Venezuela.

Si nuestro país no incentiva la producción de ácido bórico se verá obligado a importar en:

1983	351 TM.
1992	432 TM.

Estos son datos obtenidos del CUADRO 4-10

4.4.5.1 DEMANDA POTENCIAL

A continuación se presenta la demanda potencial proyectada generada por la oferta proyectada que es constante y la demanda pro -

yectada determinada tomando en cuenta la demanda de las industrias de vidrios y cerámica respectivamente.

CUADRO N° 4-1

BALANCE ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE ACIDO BORICO

Año	Demanda proyectada TM	Oferta proyectada TM	Demanda Potencial TM
83	662.65	400	262.75
84	705.99	400	305.99
85	749.33	400	349.33
86	792.67	400	392.67
87	836.01	400	436.01
88	879.35	400	479.35
89	922.69	400	522.69
90	966.03	400	566.03
91	1009.37	400	609.37
92	1052.71	400	652.71

Como se puede observar en el presente cuadro, el mercado potencial se encuentra en constante crecimiento lo que nos indica que cada año se hace mas necesario la producción de ácido bórico, para lograr satisfacer la demanda de este producto que hoy en día tiene multiples aplicaciones.

4.5. ESTUDIO DE PRECIOS NACIONAL E IMPORTADO

En el mercado Interno Americano estos se cotizan mensualmente en el periódico "OIL POINT and Deve Reporter.

Los precios que se cotizan se refieren al producto puesto en planta de refinación de ácido bórico en California.

Para el primer semestre de 1982 los precios son los siguientes: Cambio : U.S. = S/ 702.

<u>Producto</u>	Precio U.S. / Ton.
Acido Bórico Industrial	
1.- Anhidro, 99 % puro	
- Embolsado	1800
2.- Cristalizado, 99% puro	
- Embolsado	1100
- En cilindros	1300
3.- Granules 99% puro	
- Embolsado	1200
- En cilindros	1050
- A granel	950

En el mercado local se vende ácido bórico al 99% de pureza en envases de 50 kilos teniendose los precios de la TON. del ácido bórico:

- Importado U.S. 1,020 + 16% impuesto
- Nacional U.S. 950 " impuesto

4.6.-COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO

La planta comenzará a comercializar el producto en bolsas de 50 kilos a partir del año 1983.

Efectuando la comercialización de la siguiente manera:

- 1.-Mediante la firma de contratos anuales de abastecimientos con las compañías consumidoras, el cliente otorgará un adelanto de 50% del precio de venta en el momento del pedido y diferencia después de la entrega del producto facturado en 30,60,90, y 120 días según la calidad del cliente.
- 2.-Los gastos de flete y transporte del ácido bórico - correrá por cuenta y riesgo del cliente.
- 3.-Se efectuarán ventas y promociones en forma indirecta utilizando representantes y distribuidores.
El personal que se dedicará a las ventas ganarán una comisión del 5% de las ventas realizadas y pagadas.

En caso que viajen al interior y exterior del país - a promocionar el producto, la empresa pagará el transp

porte y viáticos.

4.7.- TAMAÑO DE PLANTA RECOMENDADO

El tamaño de la Planta de ácido bórico, ha sido determinado en base a la demanda de dicho producto en el ámbito de los mercados nacional y andino. De acuerdo al estudio de mercado, la demanda de ácido bórico;

	1983	1992
- En el mercado nacional	662.65 TM	1053 TM
- En el mercado andino	2151.31 TM	38.22 TM

Esta demanda de ácido puede ser satisfecha con una capacidad instalada de 3,822 TM de ácido bórico seco. Debido que los mercados externos (Gran) son difíciles de colocar nuestro producto debido a la competencia, he creído conveniente instalar una planta de una capacidad de 850 TM de ácido bórico seco.

El programa de operación de la planta será el siguiente:

- Capacidad instalada : 850 TM/año de H_3BO_3 seco
- 1 año : 300 días de trabajo
- 1 semana : 6 días (No se trabajará domingo)
- 1 día : 3 turnos.
- 1 turno : 8 horas.

Mantenimiento de la planta (vacaciones simultáneas para todo el personal a excepción el de mantenimiento)

Capacidad de Operación

Unidades	Producción
Ton/año de H_3BO_3 seco	850
Tom/día de " "	2.83
Tom/turno de H_3BO_3 seco	0.94
Tom/hora de " "	0.12

La capacidad de ácido bórico es justificado principalmente por la demanda de ácido bórico en el Perú y el precio es - competitivo internacionalmente.

CONCLUSION.- La selección del criterio del tamaño de la Planta se debe a las ventajas siguientes:

- Por la menos inversión.
- Menos riesgos a fracasar.
- Generación de utilidades seguras.
- La ampliación es por crecimiento de vía módulos, y se hará por reinversión es decir con las utilidades.
- Minimizar al máximo sus riesgos.

V INGENIERIA

5.1. Localización

Por ser factor determinante en la mayoría de los casos, para la constitución de costos de producción y otros en forma óptima, se presenta a continuación - la diversidad de factores que afectan la localización física de una planta industrial.

Uno de los factores determinantes predominantes para la la selección es el que concierne a la disponibilidad de materias primas y el transporte de las mismas puedan originar.

Es indudable que la metodología a seguir esta rela - cionada en algunos casos con aspectos subjetivos, pero con incidencia técnica de forma tal que no pier -

dan el fondo del problema de localización. Para el presente análisis de localización de la planta de ácido bórico, se basará el mismo en ubicaciones industriales ya existentes caso del parque industrial de Arequipa y zonas industriales en Lima. Como la mayoría de los proyectos en actual concreción, la profundidad y extensión del análisis presentado podría dar la referencia y decisión final de la localidad óptima para la planta de ácido bórico. Podríamos seleccionar tentativamente zonas para localizar la planta de ácido bórico. Dichas zonas son las siguientes:

- Parque Industrial de Arequipa
- Las zonas industriales de Lima.

Se procederá al análisis de los factores de localización más importantes que tengan influencia sobre la selección, mas óptima de la ubicación de la planta de ácido bórico.

Señalaremos a continuación los factores citados:

<u>Nombre del Factor</u>	<u>Importancia relativa (%)</u>
1.- Materia Prima	19
2.- Combustibles y gases	12
3.- Agua	11
4.- Energía eléctrica	12
5.- Mano de Obra	10
6.- Terreno	10
7.- Aspectos socio económicos	12
8.- Incentivos para el desarrollo industrial	14
	<hr/>
	100.0

La calificación de estos sería establecido de acuerdo al siguiente puntaje:

<u>Significado</u>	<u>Puntaje</u>
Deficiente	1-2
Regular	3-4
Bueno	5-6
Muy bueno	7-8
Óptimo	9-10

5.1.1. Disponibilidad de Materias Primas, Adecuabilidad de las Materias Primas para los requerimientos del proceso

El insumo para la elaboración de ácido bórico industrial, (99.1 % ^{de} pureza) es la ulexita proveniente de la explotación de los yacimientos de Laguna Salinas, ubicado en el departamento de Arequipa (Distrito de Chiguata); esta situación en el lado sur de la carretera Arequipa-Puno a 72-79 Km. de la ciudad a la Laguna, encontrándose a una altura de 4295 m sobre el nivel del mar, siendo su acceso relativamente fácil.

En Lima existen buenas condiciones para la instalación de la Planta de ácido bórico, pero carece de yacimientos de ulexita. Boratos del Perú y Boro química explotan estos yacimientos en Arequipa, comercializando la ulexita en bolsas de 50 kilos.

En cuanto al ácido sulfúrico Lima cuenta con plantas de ácido sulfúrico.

Por tales motivos se ha asignado a cada uno de los departamentos el siguiente puntaje:

<u>Departamento</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	8
Lima	5

MATERIAS PRIMAS

5.1.1.1. Ulexita

a.- Propiedades:

- Color: blanco nieve.
- Raya : Blanca
- Dureza de mohs : 2
- Peso específico : 1.9. - 2.0
- Exfoliación : perfecta
- Carácter : Alcalino
- Factura : Masas fibrosas o lenticulares.
- Cristales (Triclínico) pequeño: agregados fibrosos.
- Transparencia: transparente, traslúcido.
- Índice de refracción: 1.491- 1.520
- Birrefringencia : + 0.029
- Dispersión : Ausente
- Absorción : No determinable
- Fluorescencia: Verde amarillo, azul
- Química: $\text{NaCa B}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
- Brillo sedoso
- Peso molecular : 810.580
- Tamaño: Varía entre 5 a 8 cm. de diámetro.

b.- Sinonimia.

Boronatro calcita, estiberi o sliberí -
ta, hayesenita, hayesina rafita o raphita, borocarbonato hidrato de calcio, -
piedra televisión borato sódico cálcico
hidratado borocalcita, tiza, bola de -
algodón etc.

c.- Descripción de la ulexita.

Su fórmula química es $\text{NaCa B}_5\text{O}_9$, contiene
ordinariamente 8 moléculas de agua
combinada, no se halla exento de otros-

cuerpos, siendo los mas frecuentes los cloruros de sodio y potasio; los sulfatos de calcio y sodio, la silíce, los óxidos de fierro y magnesio, encontrándose en proporciones variables, lo cual no implica que estos cuerpos sean tenido como acompañantes fijos y constantes asociados del doble borato hidratado de calcio y sodio.

La composición química de la ulexita es bastante compleja, y los análisis que se han determinado demuestran la composición en la Tabla N° 5-1

TABLA N° 5-1 COMPOSICION PROMEDIO DEL MINERAL BORANATRO

CALCITA

<u>Anal. por óxidos</u>	<u>%</u>	<u>Análisis por compuesto %</u>
B ₂ O ₃	37.00	Ulexita : 86.10
H ₂ O	35.51	H ₂ O : 4.25
CaO	12.92	CaSO ₄ .2H ₂ O: 3.42
Na ₂ O	7.30	SiO ₂ 3.29
SiO ₂	3.29	NaCl 1.80
SO ₃	1.75	Fe ₂ O ₃ 0.88
Cloruros	1.09	MgO <u>0.26</u>
Fe ₂ O ₃	0.88	100.00
MgO	<u>0.26</u>	
	100.00	

Estudios más recientes y nuevas investigaciones han demostrado que los boratos hidratados de calcio y de sodio al unirse y combinarse, constituyen una suerte de sal doble, y es lo singular que a cada uno de ellos acompañan los correspondientes cloruros y sulfatos que constituyen sus acompañantes e impurezas.

Admitiendo que los cuerpos (SiO_2 , CaSO_4 , NaCl , Fe_2O_3 , MgO) provienen de los yacimientos, puesto que es frecuente hallar el mineral rodeando o cubriendo a los cristales de glauberita; uno de sus generadores, la fórmula debe presentar, unidos por medio de agua el óxido de calcio y de sodio representando su fórmula por el símbolo adoptado:

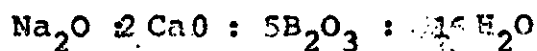


Siendo su composición en peso:

13.82 % de CaO
7.65% de Na_2O
42.98 % de B_2O_3
35.55 % de H_2O

El mineral ulexita forma masas poco voluminosas, dotados de estructura concrecionada o fibrosa, y también en módulos pequeños; todos agrupamientos halláanse - constituidos por finísimas agujas, cuya forma no ha sido referida a ningún sistema regular de cristalización, los cuales se cruzan y entrelazan de muy diversos modos; no presenta una gran resistencia es rayada con la uña en cualquier punto de su masa, así mismo frágil.

Este mineral pertenece al grupo de los boratos alcalinotérreos constituyendo uno de los compuestos - mas complejos dentro de la química, siendo su sistema cuaternario.



d) Aspectos relativos al yacimiento de ulexita

d.1.-Condiciones Climatológicas y ambientales.

Temperatura.-

En invierno la temperatura varía de 40°C como máximo a 20°C como mínimo, el cambio brusco es debido a la altura en que se halla, situación geográfica, evaporación apreciable de las aguas de la laguna, factores que combinados con la salinidad de las aguas (NaCl, Na₂SO₄) condicional la inclemencia del medio.

Se han registrado datos de la temperatura máxima y mínimo promedio alcanzados en la laguna a diferentes épocas del año, y son;

<u>MARZO</u>		<u>JULIO</u>	
Max.	Mín.	Máx.	Min.
34°C	-5°C	38°C	-19°C

Datos del centro de observación meteorológica de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Evaporación.- Es bastante intensa, motivada por los fuertes vientos, baja presión atmosférica y pequeña humedad relativa; de allí que la Laguna permanece seca casi la totalidad del año.

Régimen de Lluvias.- Durante los meses de verano la laguna permanece inaccesible, ya que se inunda debido a las intensas lluvias.

YACIMIENTOS DE MINAS BORICAS

TABLA N° 5-2.- Composición de los Minerales de Boro mas importantes

Denominación	Composición	Lugar del Yacimiento
Acido Bórico Borax	H_3BO_3	Toscana y en Vulcano (Italia)
	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	California, Nevada, Oregon (E.U.) Tibet, Tarataria, Ceilán, India Oriental.
Borax de logos de secadas	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Searles-See San Bernardi no Country California (E.U.)
<u>Boronatro Calcita</u> (ulexita)	$Na_2O \cdot 2CaO$	Chile (Maricunga), Astocán
	$SB_2O_3 \cdot 16H_2O$	Punta de lobos (Arica) <u>Perú (Laguna Salinas Arequipa) "</u>
Tiza, Hauasina		Argentina (Punta Atacama), Bolivia.
Colemanita	$2CaO, 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$	Nevada (Funneral-Moun -- tains) Clark-County, California (E.U.)
Datolita	$CaO \cdot B_2O_3 + CaO$	
	$2SiO_2 \cdot 10H_2O$	Nueva Jersey (E.U.)
Datolita	$CaO \cdot B_2O_3 + CaO$	
Estasfurdita	$2SiO_2 \cdot 5H_2O$	Noruega y Nueva Jersey
	$2(Mg_3O_2 \cdot 4B_2O_3)$	Mansfeld (Alemania)
	$Mgcl_2$	Stassfurt (Alemania)

Lunenburgita	$2(\text{MgHPO}) \cdot \text{B}_2\text{MgO}_3$	Lunenburg (Alemania)
	$7\text{H}_2\text{O}$	
Pandermita	$4\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Asia Menos, Persia, N.A.
Pinnoita	$\text{MgB}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Stassfurt
Kermite (Rasorita)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Desierto de Mohave, California (E.U.)
Rodicita	$2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Costas de Africa - Occidental

5.1.1.2. Propiedades del Acido Sulfurico

Fórmula : H_2SO_4

Peso molecular : 98.082

Líquido oleoso, aceitoso, denso y fuertemente corrosivo; entre incoloro y pardo oscuro, dependiendo de su pureza; miscible en agua - en todas proporciones, pero es necesario hacer una mezcla con mucho cuidado, debido a que desprende mucho calor que puede provocar salpicaduras explosivas.

Es muy reactivo, disuelve la mayoría de los metales; el ácido concentrado oxida, deshidrata o sulfata la mayoría de los compuestos orgánicos, causando a menudo carbonización o chamuscado.

Su densidad de la sustancia pura es de 1.84

- Punto de fusión : 10°C .
- Punto de ebullición: 270°C .
- El ácido sulfúrico es un deshidratante poderoso.
- El calor de disolución en seis partes - de agua es de 14,497 cal por cada molécula gramo.

CALIDADES.-Las concentraciones mayores son de 50°Bé

(p.e 1.53, 52.2% H_2SO_4);

60°Bé (p.e. 1.71, 77.7% H_2SO_4

60°Bé (p.e 1.84, 93.2% H_2SO_4)

ENVASES.- Tambores de acero forrados, bombones (botellas de vidrios vagones cisternas)

5.1.2.- INSUMOS

En cuanto a los insumos se han considerado los combustibles, agua, energía eléctrica y gases.

a.- Combustible.- Respecto al combustible (Petróleo diesel residual N° 2) será proporcionado por los concesionarios de Petro-Perú, teniendo en cuenta que Lima ofrece mayores expectativas debido al menor costo del combustible.

La planta de ácido bórico requerirá entre 2195 a 3948 gal. de petróleo para 1983 y 1992 respectivamente. Arequipa es una región o zona industrial que cuenta con depósitos de petróleo por lo cual permite que el puntaje

asignado a cada zona es:

<u>Departamento</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	6
Lima	7

b.- Agua.- En cualquier tipo de proceso para la obtención de ácido bórico requieren suministro de agua a la planta y auxiliares del proceso, se contará con un pequeño pozo, para abastecerse de este líquido elemento del subsuelo.

Se requiere de un suministro de agua suficiente para los procesos de reacción, lavado, vapor y cristalización y/o en -
friamiento.

Arequipa brinda ventajas, porque cuenta con agua necesaria, ya que en Lima existe el problema de espasez debido al creci -
miento demográfico.

El puntaje asignado a los dos departamen -
tos es:

<u>Departamento</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	6
Lima	4

A continuación se detalla el empleo de agua, así como los requerimientos de la planta.

El agua es indispensable en las operacio -
nes químicas de lavado, reacción, centri -
fugación, el agua a utilizarse serán de
2 tipos:

- a.- Agua desmineralizada para el caldero
y lavado.
- b.- Agua para uso sanitarios.

El agua que se usa es de pozo que funcio -
na en circuito cerrado, 300 metros de
profundidad..

La cantidad de agua tratada en la planta
es la siguiente:

a.- Agua para el reactor	12,720 Lt/día	
b.- Agua para lavado en la filtración	2,460	
c.- Agua para lavado en la centrífuga	750	
d.- Agua para el caldero	6,078	
e.- Agua para el enfriamiento del cristalizador		<u>1,000</u>
	Lt/día	23,008

Agua para usos sanitarios, laboratorio y
limpieza

Agua para laboratorio 1,200 Lt/día

Usos diversos servicios
higienicos.

5,500 Lt/día

6,700 Lt/día

Total de agua utilizada: 23,008 + 6,700 =
29,708 lt/día

c.- Energía eléctrica

La energía eléctrica también es un factor decisivo en la localización de la Planta, y es transportable a largas distancias, la dependencia de otras fuentes tendería en algún momento escasez o interrupción en el suministro, lo que originaría la paralización parcial o total de la planta.

En el departamento de Lima, la energía eléctrica proviene de la Red Pública, de Huinco, Santa Rosa, Hidro eléctrica del Mantaro, que día a día aumenta su demanda, debido al alto crecimiento poblacional e industrial.

En el departamento de Arequipa tiene fluido eléctrico necesario que cubre todas las exigencias de esta planta, en vista que el suministro de energía es poco costoso con relación al de Lima.

Por los motivos expuestos se ha asignado el siguiente puntaje:

<u>Departamento</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	6
Lima	5

La planta requerirá alumbrado en sus diferentes secciones así como también en las oficinas, talleres y almacenes. La energía será proporcionada por empresa eléctrica Electro Perú, pero se necesita una sub-estación y tablero de distribución de un transformador.

El alumbrado será distribuido de la siguiente manera;

Vigilancia	:	1	foco		25	watts
Recepción	:	2	tubos flourecentes	32 watts c/u	64	watts
Gerencia	:	2	tubos flourecentes	32 watts "	64	watts
Administración:		4	tubos flourecentes	32 watts "	128	watts
				32 watts c/u.	64	watts
Servicios higiénicos (Operario)	:	2	tubos fluore	centes		
				32 watts c/u.	64	watts
Comedor	:	1	tubo flourecentes	32 watts "	32	watts
Laboratorio	:	2	tubos flourecentes	32 watts "	64	watts
Almacén de materia prima	:	4	focos	25 watts "	100	watts
Almacén de productos terminados:		4	focos.			
				25 watts "	100	watts
Almacén de equipo y herramientas:		2	focos			
				25 watts "	50	watts
Vestuarios:		1	fluorecentes	32 watts "	32	watts
Departamento de mantenimiento	:	1	fluorecentes			
				32 watts "	32	watts

Toda la planta llevará 30 focos de 25 watts c/u. incluyendo los pasadizos.

Total de alumbrado: 1.569 Kw.

d.- GASES

La planta utilizará un caldero de 50 Hp para producir va por de agua saturado a 150 psig a razón de 557 lb/hrs.

También el taller de mecánica utilizará gases de oxígeno y acetileno.

Arequipa cuenta con una planta que suministra oxígeno y acetileno, no se ha tomado en cuenta el puntaje porque - estos gases lo utilizan esporádicamente.

5.1.3. Mano de Obra

La planta de ácido bórico requerirá de personal - idóneo para que se desempeñe eficientemente en las distintas secciones de la planta esta mano de obra la he considerado de dos clases:

Mano de Obra Indirecta { Directorio
Personal Técnico
Personal Administrativo.

Mano de Obra Directa { Calificada
Semi-calificada
No calificada

En Lima existen centros de instrucción especializados tales como: Universidades, Institutos superiores, Centros de calificación técnica, como: Semati, las Esep que preparan personal competente, tanto en la económico-técnico y administrativo. Además se encuentran centralizados la totalidad de organismos de poder económico y financiero y administrativo de solución económica que realizan operaciones de comercialización a nivel nacional e internacional.

En zona de Arequipa, existen centros de enseñanza superior y técnico, pero en menor escala en comparación con Lima, y en cuanto a los organismos económicos administrativos se encuentran en mediana escala debido a que el desarrollo tanto comercial o industrial está progresando.

El puntaje asignado de acuerdo a cada zona es:

<u>Zona</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	7
Lima	8

5.1.4.- Terreno

En Arequipa existen grandes extensiones de terreno actualmente desérticas, propicias para la instalación de plantas industriales y a bajo poder adquisitivo.

En cambio en Lima debido a que es una zona densamente industrial, los terrenos además de ser costosos son escasos y pocos extensos.

El puntaje asignado es :

<u>Departamentos</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	8
Lima	5

La planta de ácido bórico tendrá un área de (200x300 m) 60,000 m² distribuidos de la siguiente manera.

Distribución del terreno para sus diferentes secciones

<u>Oficinas</u>	<u>Area</u>
Gerencia general (10mx20m)	= 200 m ²
Gerencia de Administración y Finanzas (10mx20m)	= 200 m ²
Contabilidad (10mx20m)	= 200 "
Recepción (10mx20m)	= 200 "
Laboratorio (10mx20m)	= 200 "
Departamento técnico y Dpto. Ventas (10mx20m)	= 200 "
Asistencia social (10mx20m)	= 200 "
Baños para el personal empleado. (10mx10m)	= 100 "
Total	1,450. m²

<u>Sección</u>	<u>Area</u>
Taller de mantenimiento (15mx25m)	= 375 m ²
Vestuarios (15mx20m)	= 300 "
Baños para personal obrero (15mx20m)	= 300 "
	975 m²
Almacén de materias primas y producto (60mx60m)	= 3600 m ²
Almacén de Herramientas e insumos (30mx50m)	= 1500 "
	5100 m²
Portería (10mx50x)	= 100

P
Las construcciones de oficinas, almacenes, portería y otras secciones abarcarán un área de construcción de 7,625 m² - que representan el 12.71 % del área total de la Planta.

5.1.5.- Aspectos Socios - Económicos de la localización

Este es un factor muy importante para establecer una industria.

Arequipa como el segundo departamento de mayor -- industrialización del País cuenta con importantes vías de acceso, una de ellas es la Carretera Panamericana, y el Puerto Marítimo de Ilo y Mataráni, -- tambien cuenta con centros de vivienda, hospitales centros de enseñanza, bancos, centros superiores de estudios, Institutos, etc. pero su infraestructura es en menor grado que el de Lima.

Lima por ser la Capital del Perú cuenta con la in - fraestructura necesaria para situar y localizar -

esta planta, tiene diferentes vías de acceso tales como carreteras y cuenta con el primer Puerto del Perú (Callao).

En el seno de Lima, donde están concentradas la mayor parte de las industrias que consumen el ácido bórico, llegando al orden del 60% del consumo nacional, además es una zona estratégicamente ubicada para el envío del producto tanto al norte como al sur del País.

<u>Departamento</u> ,	<u>Puntaje</u>
Arequipa	6
Lima	7

5.1.6. INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Los incentivos para orientar y dinamizar la actividad industrial y la creación de nuevas Empresas industriales se clasifican:

Incentivos Tributarios, Crediticios, Administrativos y tecnología y por descentralización:

A.- INCENTIVOS TRIBUTARIOS : Son los siguientes:

a) Importación

Bienes de Capital 10% del arancel
Insumos 20% del arancel
Todas las importancias pagarán el 4% sobre el flete de mar.

b) Reinversión: La Empresa tendrá la facultad de reinvertir, libre de impuesto a la renta, hasta el 85% del saldo de su renta neta.

c) Capitalización: La Empresa capitalizará la reinversión en su propia empresa, dentro del término de 3 años, no pagarán Impuesto a la renta por dicha Capitalización.

**B. INCENTIVOS CREDITICIOS DE LA BANCA ESTATAL
DE FOMENTO : Son los siguientes:**

a) Intereses:

La Banca Estatal de Fomento hará préstamos para bienes de capital y capital de trabajo en condiciones de ventajosas que la ta sa normal vigente.

b) Plazos de Amortización y de gracia para --
bienes de capital

Amortización de 5 a 6 años.

Período de gracias de 1 a 3 años.

c) Incentivos Administrativos y Tecnológicos

Las Empresas obtendrá apoyo del sector --
Público Nacional en lo referente a la --
infraestructura industrial comercial ,
financiera, venta de insumo y asistencia
tecnológica

d) Incentivo por Descentralización

De acuerdo a los siguientes criterios se
tiene los puntajes:

<u>Departamento</u>	<u>Puntaje</u>
Arequipa	8
Lima	4

5.1.7.- Elección de la Localización de La Planta

Factores	AREQUIPA			LIMA		
	Puntos	%	Sub-total	Puntos	%	Sub-Total
1.- Materia Prima	8	19.0	1.52	5	19.0	0.95
2.- Energía Eléctrica	6	12.0	0.72	5	12.0	0.60
3.- Combustible y gases	6	12.0	0.72	7	12.0	0.84
4.- Agua	6	11.0	0.66	4	11.0	0.44
5.- Terreno	8	10.0	0.80	5	10.0	0.50
6.- Incentivos para Des.Ind.	8	14.0	1.12	4	14.0	0.56
7.- Aspectos Socio-Económicos	6	12.0	0.72	7	12.0	0.84
8.- Mano de Obra	7	10.0	0.70	8	10.0	0.80
Total :	55	100 %	6.96	44	100.0	5.53

Conclusión: La ponderación de los factores locacionales señala la Zona de Arequipa como MUY BUENA comparada con la de Lima, BUENA por tal motivo se puede considerar a la zona de Arequipa como la óptima para la localización de la planta de ácido bórico.

5.2.-TECNOLOGIA

5.2.1.-Tecnología Disponibles para la Fabricación del Producto.

En la obtención del ácido bórico a partir de sus fuentes naturales o de otros boratos se han dado muchos métodos la mayor parte de los patentados - pero en principio todos se reducen a disolver, en totalidad si es posible, ya como tal, ya en forma de sal sódico, el ácido bórico contenido en los minerales, ya se separan las masas alcalinas o -- alcalinotérreas en forma de aguas madres o de pre cipitados difícilmente solubles:

Los métodos de ataque o disgregación de los mine rales de boro son:

5.2.1.1.-Mediante los ácidos o sales ácidos.

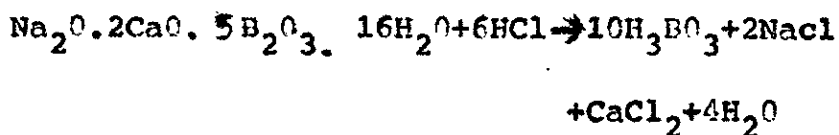
5.2.1.2.-Por las sales neutras alcalinas

5.2.1.3.-Por el cloro.

5.2.1.4.-Por eléctrolisis

5.2.1.1.-MEDIANTE LOS ACIDOS O SALES ACIDOS

1.-Método de Lunge.- Este método es uno de los más antiguos aún hoy día emplea do. Consiste en someter los minerales de boro a la acción del ácido clorhi-- drico. La transformación que en ellos se efectúa en la siguiente:



El ácido clorhídrico que se emplea es el técnico de 33% de concentración, las aguas madres se pueden recircular una vez por la presencia de los cloruros de sodio y calcio que son solubles.

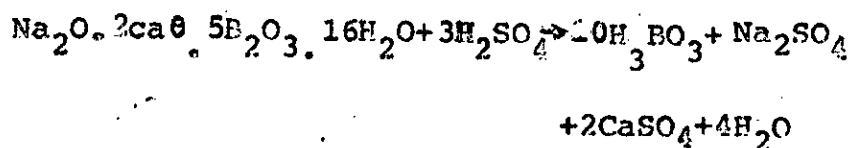
En el método de Lunge, la ulexita finamente molida se coloca en el reactor dotado de un serpentín y de un agitador, en la que se remueve bien con unas 4 partes de agua (mejor aún con aguas madres procedentes de la cristalización) y por intercambio de calor, originado directamente por el vapor procedente del caldero, se descompone la ulexita por la suficiente cantidad de ácido clorhídrico para que al cabo de 2 horas de reacción que de aún en la masa un ligero exceso de ácido. Se filtra en caliente, la parte insoluble se retira y se lava en caliente sobre el filtro claro extraído, que contiene en estado de libertad todo el ácido bórico de la ulexita más la cal y la soda en estado de cloruros, se separa por enfriamiento la mayor parte de ácido bórico, al cual por sedimentación y centrifugación se le priva de las aguas madres, y se lava en agua fría hasta que la loción solo contenga pequeña cantidad de cloruros, para purificarlo se somete a recristalización.

Las aguas madres se evaporan para concentrarlas, y de ellas se obtienen aún por enfriamiento pequeñas cantidades de ácido bórico.

El procedimiento es sencillo y empleable para la ulexita, en cuyo caso resulta, - como final de las manipulaciones, una solución de cloruro cálcico, excenta de cloruro sódico y conteniendo solamente algo de cloruro sódico.

2. Método del Acido Sulfúrico.- Consiste -

en tratar los minerales de boro con el ácido sulfúrico efectuándose la ecuación:



La cal es eliminada en forma de sulfato de calcio (Precipitado), manteniéndose en solución el sulfato de sodio, las aguas madres se pueden recircular hasta en tres veces y el ácido sulfúrico a emplearse es de 98% de concentración.

La reacción se efectúa en el reactor dotado de un agitador y con calefacción directa por vapor. El ácido sulfúrico que ha de emplearse se diluye previamente con 2 a 4 partes de agua, a fin que el yeso resultante sea finalmente granuloso y bien lavable; la solución en caliente se lleva a un filtro para separar el yeso y la sílice, que se lavan después con agua caliente.

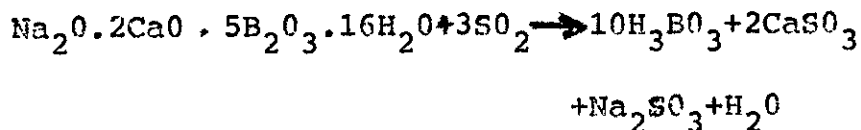
En la disgregación de la ulexita el sulfato sódico formado queda en las aguas madres resultantes de la cristalización del ácido bórico, y de ellos puede obtenerse por evaporación como sal anhidra, después de haber empleado como diluyente en el próximo ataque.

El ácido bórico impuro diluido obtenido se le priva de las aguas madres por centrifugación y se lava con agua fría para eliminar el sulfato cálcico disuelto y cloruro sódico y pueden, por tanto, seguir empleándose hasta que un enriquecimiento con impurezas haga necesaria la renovación.

3.-Método del Acido Sulfuroso.- En lugar de ácido sulfúrico se puede emplear con ventaja el ácido sulfuroso que se puede obtenerse de los gases de tostación o quemando azufre en bruto en un horno inmediato se inyecta el anhídrido sulfuroso, mediante un aparato especial de plomo.

El gas sulfuroso es absorbido completamente por el borato sódico cálcico, es algo soluble en el agua formándose ácido bórico y sulfito cálcico. El vapor que se desprende durante la operación, y que contiene vapores de ácido bórico, pasa a un condensador para evitar pérdidas.

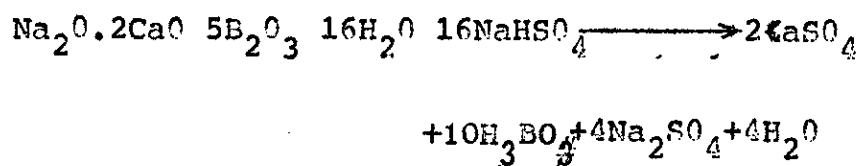
Las aguas madres se emplean nuevamente si no están demasiado cargada de sales extrañas, o se someten a un ulterior tratamiento para recuperar el sulfato cálcico y el pequeño porcentaje de ácido bórico que contiene, la reacción que se efectúa en la siguiente:



5.2.1.2. Por las Sales Neutras o Alcalinas

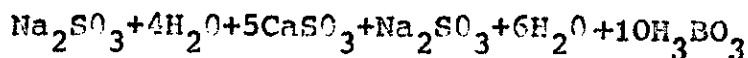
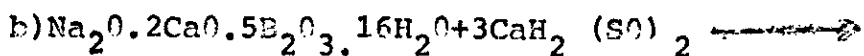
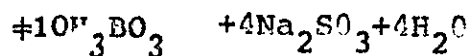
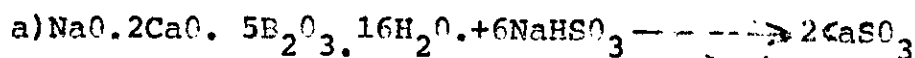
1.-Método Bisulfato Sódico.- Este método consiste en tratar la ulexita con bisulfato sódico, ambos se disuelven en cantidades técnicas de agua dando un líquido de una densidad igual a 15°Bé (100°C) la solución se filtra y se concentrará hasta 30°Bé

Por enfriamiento cristaliza el ácido bórico. Pero en este caso, aparte del aumento de sulfato cálcico en proporción al ácido bórico obtenido, resultan en las aguas madres cantidades mucho mayores de sulfato sódico que empleando el ácido bórico.



2.-Método de los Sulfitos Calcicos y Sódicos

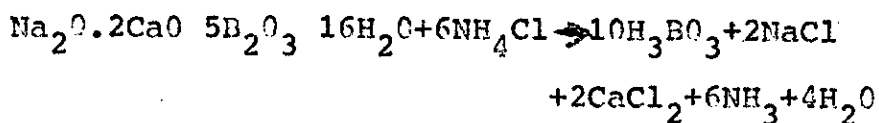
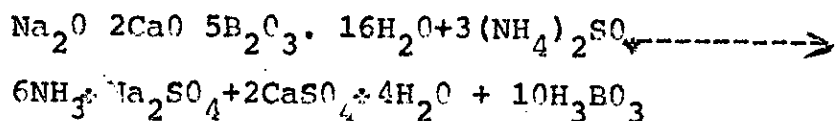
Este método puede substituir el ácido sulfuroso por los bisulfitos calcicos y sódicos:



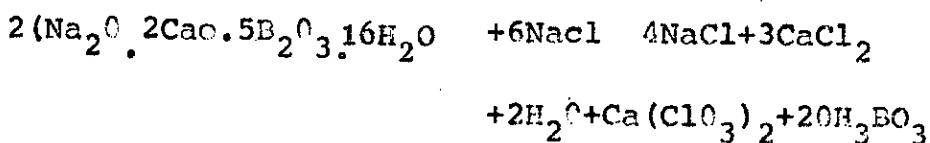
Pero este solo es ventajoso cuando se dispone de ellos a bajo precio, como producto secundario de otra industria como es el caso del bisulfito sódico que es un Co-producto de la Fabricación de ácido nítrico.

3. Método de los Compuestos Amónicos; El Bicarbonato, El Bisulfito y Cloruro Hisulfato.-

Este método consiste en recuperar el verdadero agente de la disgregación en este caso el amoníaco pero el procedimiento apenas ha obtenido aceptación, la obtención del ácido bórico se puede realizar calentando en un recipiente cerrado el borato cálcico sódico cualquier compuesto del amoníaco formándose amoníaco y ácido bórico. Si hay tendencia a recombinarse el ácido por esto se separa, a menudo, el ácido bórico por cristalización de porciones de líquidos, disolviendo las aguas madres a la masa principal. Se pretende por este método de 98% a 99% de ácido bórico de combinación. El amoníaco que se desprende, se condensa.



5.2.1.3. -Por el Cloruro.- Se puede emplear para la ulexita, este procedimiento consiste en hacer llegar cloro a través de agua calentada a 70°C que contiene en suspensión la ulexita finamente pulverizada, la reacción se efectúa con formación de CaCl y Ca (ClO₃)₂ y ácido bórico, que quedan en las aguas madres y el ácido bórico se separan por enfriamiento y las aguas madres se van utilizando nuevamente hasta que adquieran una concentración suficiente que permite la extracción de clorato.



5.2.1.4.-Por Electrolisis.- Flemming y Miller obtuvieron borax y ácido bórico de la ulexita por electrolisis, con intervención de la sal común y el ácido carbónico; para ello descomponen por la corriente de la solución de cloruro sódico, en cloro (Conteniendo en el líquido del ánodo) y legía sódica y esta última, saturada en frío con gas carbónico, se emplea para disgregar el boro sódico cálcico en la forma ordinaria.

De la legía de borax, privada de CaCO_3 , mediante un filtro de presión y clasificada se obtiene la mayor parte de la sal por dilución y enfriamiento; las aguas madres se concentran a 34°Bé , y en caliente se saturan con el cloro antes obtenido se descompone, como en el procedimiento de MONR -- formando ácido bórico, que cristaliza, mientras que el NaCl y NaClO_3 , que dan en solución la cual mezclada con el ánodo que contiene el cloro y en el carbonato sódico separado del borax, da cloruro cálcico y ácido carbónico que se emplea nuevamente.

5.2.2.- SELECCION DE LA TECNOLOGIA Procedencia:

Como en todo proceso, generalmente puede obtenerse invariablemente de 2 maneras: en el laboratorio y en la industria (a gran escala).

En nuestro caso, cualquiera que sea el procedimiento que se utilice, deberá contar con una fuente de boratos (Materia prima) inicial, que para los procesos en gran escala podrá ser el mineral borato (ulexita), en tanto

que para los procedimientos de laboratorio podrá ser una sustancia relativamente pura; estas tecnologías tienen una procedencia de Estados Unidos. En consecuencia la industria química del Perú ha tenido su origen en una participación directa o indirecta de empresas internacionales, lo cual ha creado una lógica dependencia del exterior ya sea de insumos, tecnología, asesoramiento y/o financiamiento.

1.-Obtención por el Método del Lunge .- Se descarta por las siguientes razones:

- Por la baja concentración de ácido clorhídrico o muriático (33%), requiriendo un almacenaje suficiente para abastecer de esta materia, sabiendo que los fabricantes de este ácido se encuentran en el Callao y la planta podría paralizar debido al factor transporte.
- Los cristales que se obtienen con éste ácido -- son abundantes, pero no tienen el aspecto nacarado, que los obtenidos cuando se utiliza el ácido sulfúrico.
- Los equipos y aparatos se corroen rápidamente -- con el ácido clorhídrico y el material a emplearse en todos los equipos y bombas, etc., debe ser de titánio, por cual la inversión se incrementaría.

2.-Obtención por el Método del Acido Sulfuroso

Este método se descarta por presentar desventajas dentro de ellas se encuentran las siguientes Para producir el ácido sulfuroso se debe contar con un horno para quemar azufre produciendo el anhídrido sulfuroso, y para esto se requiere de una tecnología que va a repercutir económicamente y la inversión sería mayor que la inversión del método de obtención

por que la inversión del método de obtención seleccionado, además este método requiere de un tiempo mucho mayor para cualquier otro método.

3.-Por el Método de las Sales Neutros Alcalinos

La obtención de ácido bórico por este método - su producción resulta excesivamente elevada - porque en nuestro país no produce en gran cantidad, las sales neutras o alcalinas descritas anteriormente, resultando una materia prima tan costosa y que nuestro país no produce en gran cantidad estos productos. por lo cual tendría que importarse.

Se descarta este método debido al factor de dependencia extranjera de materia prima.

4.-Método de Cloro y de Electrolisis.- Se descarta por las siguientes razones:

- La producción de ácido bórico por el método de cloro, requiere una de las materias primas el gas cloro, que resulta difícil su transporte desde Lima o Paramonga, otra de las razones se debe a que la reacción produce una serie de subproductos mezclados con el ácido bórico producido.

- El método de electrólisis se elimina porque se requiere de una gran cantidad de energía eléctrica, así como también de una serie de accesorios y respuestas que requiere esta tecnología, este método se elimina por ser muy costoso.

5.Selección del Método del Acido Sulfúrico.-

Este método se ha seleccionado por ser uno de los métodos que presenta mayores ventajas;

- El tiempo de reacción es de 1 hora, a una temperatura de 90°C.

La concentración de ácido sulfúrico materia prima principal para la elaboración de ácido bórico es de 98% siendo los tanques de almacenamiento no voluminosos en relación a su capacidad.

Las aguas madres se recirculan hasta tres veces, ya que la cal se elimina en forma de sulfato de calcio (Precipitado insoluble).

Este método ha sido patentado por la American Bórax de los Estados Unidos (U.S.Pat-809550, 1900) (Ver el cuadro del anexo D)

Donde se sintetiza las razones del método seleccionado.

5.2.3.- Ingeniería Básica Datos Básicos de la Tecnología.

El proceso industrial diseñado para la producción de ácido bórico, utilizando como materia el mineral boronatrocalcita, consiste en separación del calcio y sodio por reacción ácido y operaciones de purificaciones de las aguas madres.

Los procesos y operaciones unitarias comprendidas en el diseño son los siguientes:

- Selección del Mineral:
- Reacción Ácida.
- Filtración
- Cristalización con evaporación y/o enfriamiento.
- Centrifugación
- Secado
- Envasado y Almacenado.

Los datos básicos de la tecnología en los diferentes procesos y operaciones unitarias tenemos los siguientes:

a) Datos para la Reacción

Ulexita finamente diluida.

Concentración óptima del H_2SO_4 de 140 a
145 gr/lt.

Temperatura : 90°

Presión : 1 atm

Tiempo : 1 hora.

Factores técnicos de la reacción principal.

1.0Kg NaCa $B_5O_9 \cdot 8H_2O$ x 0.7630 = 1.0Kg de H_3BO_3

1.0Kg NaCa $B_5O_9 \cdot 8H_2O$ x 0.3629 = 1.0Kg H_2SO_4

1.0Kg NaCa $B_5O_9 \cdot 8H_2O$ x 0.1753 = 1.0Kg Na_2SO_4

1.0Kg NaCa $B_5O_9 \cdot 8H_2O$ x 0.2123 = 1.0Kg. $CaSO_4$

1.0 kg NaCa $B_5O_9 \cdot 8H_2O$ x 2.25 = 1.0kg H_2O

para la reacción.

Potencia del agitador : 2.5. HP

b.-Datos para la Filtración

Temperatura 80 °C

Presión : 406 mmHg

Potencia : 0.054 HP

Porcentaje de sólidos 10.75%

c.-Datos para la Cristalización

Temperatura de alimentación : 80°C.

Temperatura del cristalizador : 21°C.

Potencia 0.5HP

d) Datos para la Centrifugación

Temperatura de operación : 20°C

Tiempo : 24 min.

Velocidad : 1935 r.p.m.

e) Datos para el Secador

Entran : Cristales de H_3BO_3 con 4-5% de humedad

Salen : Cristales de H_3BO_3 con 0.4-0.5%

Temperatura : 85 °C

f) Envasado

El ácido bórico se envasa en bolsas de 50 Kilos cada una.

Los equipos y maquinarias que necesita la tecnología son:

1 caldero

1 reactor dotado de un serpentín y agitador

1 tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico

1 tanque receptor de la solución filtrada

1 filtro rotatorio

1 cristizador dotado de un agitador y pared de enfriamiento

1 sedimentador

1 centrífuga

1 secador neumático

1 tanque de almacenamiento de combustibles

1 tanque de almacenamiento de aguas madres

Además debe de contar con sus respectivas bombas, así como de un pozo para proporcionar de agua a la planta.

5.2.4.- DISEÑO DE LA PLANTA

En esta sección del diseño de la planta se tomarán en cuenta los datos, condiciones y especificaciones de las materias en proceso, parámetro de operación, requerimientos del proceso y características del producto y sub productos.

En el diagrama de flujo se detalla los equipos y maquinarias así como la tecnología de las operaciones y procesos implicados en la obtención del ácido bórico a partir de la ulexita, por reacción de esta última con el ácido, ha sido adoptado teniendo en cuenta las características de nuestro mineral, lo mismo que el producto a elaborarse; teniendo como objetivo optimizar la eficiencia y recuperación del ácido bórico sin descuidar el aspecto económico-financiero.

a) Termodinámica y Cinética del Proceso

a.1.-Termodinámica.- La termodinámica trata del calor y del trabajo y de aquellas propiedades que guardan relación con el calor y trabajo, en la parte 5.2.4.e da las especificaciones de equipos y maquinarias, se aplica en el balance de energía la parte de termodinámica que continuación se presentan: -- los calores de formación, disolución, capacidades caloríficas, etc. de los productos y subproductos de las reacciones así como -- también del estado de fases y PH del ácido bórico.

a.-Termodinámica de las Reacciones Químicas

1.- El sistema $B_2O_3-H_2O$.- Ha sido estudiado por Kraco K, Morey y Merwin entre todos los rangos de composición.

Las fases sólida presentes son: hielo, ácido ortobórico, tres modificaciones -- del ácido metabórico a saber :

HBO ₂ I	rómbico	g.e = 2.486
HBO ₂ II	Monoclínico	g.e = 2.044
HBO ₃ III	Ortorómbico	g.e = 1.780

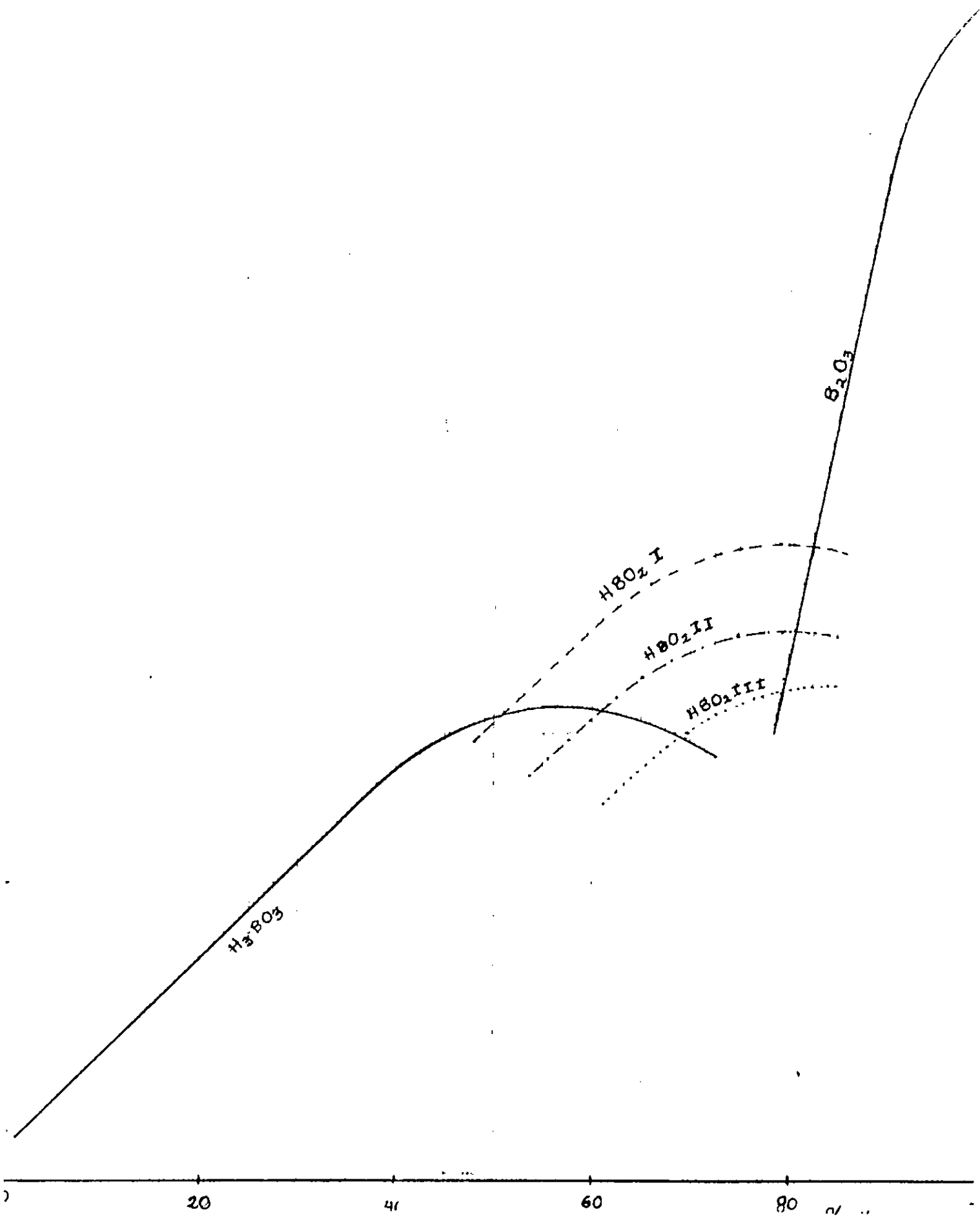
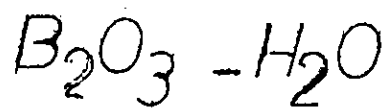
Óxido bórico. El diagrama de fases basado en los resultados obtenidos por calentamiento de la mezcla de tubos sellados se muestra en la fig. N^o 5-1, los puntos invariantes del sistema se muestran en la tabla N^o 5

TABLA N^o 5 : Puntos invariantes del sistema

<u>B₂O₃ - H₂O</u>			
	o/ow/w	B ₂ O ₃	T(°C)
Punto de fusión del hielo	0.00		0.00
Eutético del hielo +H ₃ BO ₃	1.28		-0.76
Punto de fusión del H ₃ BO ₃	56.30		170.90
P.fincongruente H ₃ BO ₃ =HBO ₂ I+ liq.	51.00		169.00
Eutético H ₃ BO ₃ +HBO ₂ II	61.60		169.60
Eutético H ₃ BO ₃ +HBO ₂ III	69.80		158.50
P.f del HBO ₂ I	79.45		236.00
Pf del HBO ₂	79.45		200.90
P.f del HBO ₂ III	79.45		176.00
Eutético HBO ₂ III+B ₂ O ₃	79.40		176.00
Eutético HBO ₂ II + B ₂ O ₃	80.60		200.50
Eutético HBO ₂ I + B ₂ O ₃	82.50		235.00
P.f del B ₂ O ₃ II	100.00		450.00

GRAFICO 5.1. DIAGRAMA DE
FASES PARA EL SISTEMA

(°C)



La curva de solubilidad del hielo comprende solo el punto oriohidrico -0.76°C . La curva del ácido ortobórico asciende nuevamente un máximo que el punto de la fusión metaestable a 170.9°C y luego desciende pasando a través de un cut tético metaestable con HBO_2 y al final otro eutéctico me taestable con HBO_2II .

Las tres formas del ácido metabórico funden congruentemente, sus curvas de solubilidad muestran un máximo plano de composición HBO_2 .

La curva estable del HBO_2I , intercepta la curva del ácido ortobórico a 169°C en dicho punto el ácido ortobórico se descompone, para formar HBO_2I , sin embargo esta reacción es normalmente despaciosa tal que la continuación metaestable de la curva del ácido ortobórico es realmente continuada.

El punto de fusión observada para el ácido bórico cristalino fue de 450°C aproximadamente, el producto consistirá primero de cristales escamosos, laminados de HBO_2III junto con ácido ortobórico no convertido; si se continúa calentando, el último va desfundiendo y el HBO_2III recristaliza ás peramente tiene con HBO_2II cristalino en esta etapa la de shidratación se detiene prontamente en la composición HBO_2II .

Bajo estas condiciones la deshidratación continúa lentamente produciendo un líquido altamente viscoso cuya composición se ubica entre HBO_2 y B_2O_3 ; este líquido ocasionalmente lleva alguna cantidad de HBO_2I estable y luego puede dar la cristalización espontáneo del óxido bórico.

La estructura cristalina del ácido ortobórico ha sido determinada por uzashariasen, los cristales son triclinicos, la celda unidad tiene 4 moléculas siendo: $Aa=7.04$; $bo=7.04$, $Co=0.56A$ con unos ángulos respectivos de $92^{\circ} 30'$, $101^{\circ} 10'$, y 120° respectivamente.

derivados de los yacimientos de origen, a saber los siguientes:
 El enrejado en del tipo hilera o cadena, consiste en lámi-
 nas de grupos BO_3 coplanares, cada átomo par de oxígeno por
 medio de un enlace hidróxido. La distancia entre cada par
 de láminas planas es de 13.18 Å y las fuerzas entre ellos de-
 bent ser puramente residuales. con la temperatura que se a-
 proxima a la siguiente forma:

En solución acuosa el ácido bórico existe como un soluto no
 molecular casi no disociado, las medidas ebulliscópicas he-
 chas por Beckman y Nasini dieron un peso molecular entre -
 65.7 y 62.0 (teóricamente 61.84)

Considerando la estructura de los cristales y la constitu-
 ción de las soluciones acuosas, no es extraño que el ácido
 este presente en el vapor, su concentración en el vapor de
 una solución acuosa hirviendo bajo presión atmosférica es
 de 0.28% de la que hay en la solución, luego se estableció
 que el vapor sobrecalentado el ácido esta presente como

H_3BO_3 debajo de 144°C, presentándose la forma metabórico
 por encima de esta temperatura, los ácidos meta son mucho
 mas volátiles que en la forma orto y que el mismo óxido bó-
 rico que tiene una pequenísima presión de vapor, del orden
 de 10^{-4} atm entre 1000 y 1500°C.

La composición criohídrica es de 2.47% w/w H_3BO_3 y la tempe-
 ratura criohídrica es de -0.76°C además para estos condicio-
 nes puede considerarse el coeficiente de actividad = 1

El ácido bórico es un ácido débil, el valor de la primera
 constante de disociación ($K_1 = 6 \times 10^{-10}$) de temperatura ordina-
 ria, y el producto iónico del agua (K_w) aumentan notoria-
 mente en soluciones de boratos metálicos en la que
 su acidez se ve grandemente incrementada por la adición de
 sales neutras especialmente aquellos cuyos cationes soval-
 mente hidratados por la adición de ciertos compuestos poli-
 hidroxilados (glicerina, manitol) se eleva el valor de K_1
 ($K_1 = 7.1 \times 10^{-6}$) denota la existencia a 1 ion H^+ en 1.

El ácido carbónico del aire causa una disminución de la diso-
 ciación del ácido bórico (se le introducirá el factor de co-
 rrección) los trazos de amoniaco e impurezas de alcalis de

rivados de los yacimientos de origen, afectan los resultados se recomienda trabajar con agua pura para no hacer correcciones de conductividad observadas, la única corrección para el ácido bórico será la viscosidad (especialmente para trabajos de gran precisión) Kol thoff concluyó para la conductividad una relación lineal con la temperatura que se aproxima a la siguiente forma:

$$\frac{K \text{ corregida}}{K \text{ observada}} = \left[1.055 + 0.048 (T-18) \right] C+1$$

donde K = condiciones específicas corregida y observada de las soluciones de ácido bórico.

C= Concentración molar de la solución de ácido bórico.

T= Temperatura comprendida en el rango de 18 a 40°C.

Según investigaciones sostienen que la formación de iones complejos es un poco exotérmico y que la descomposición de los complejos será incrementada por un aumento de la temperatura; dicha formación de complejos no será tan notoria en soluciones de ácido bórico con una concentración inferior a 0.1M

Stetten estudió la influencia del PH en las soluciones de H_3BO_3 , determinó que cuando se trabaja con altas concentraciones, la alta movilidad del ión hidronio determinan un aumento en la conductividad y el PH se supone entonces que los iones poliboratos presentes en soluciones de ácido bórico $(Hn_{-1}Bn)^{-}$ serán los mismos que los que se encuentran presentes en soluciones de boratos metálicos por lo tanto la disociación de ácido bórico en solución diluido debe ser representada como:



Ecuación que denota la existencia del ión monoborato en la solución acuosa, siendo para el caso la constante de disolución experimental similar al valor teórico de 6×10^{-10} --

aproximadamente estable.

La concentración del ión H^+ debe ser calculada en base a a medidas de conductividad, teniendo en cuenta que la constante de disolución a cesar será la corregida.

$$[H^+] = \frac{f_0 \cdot c}{f_s} = \frac{100 \cdot K \text{ Corregida}}{f_s}$$

donde: f_0, f_s son las conductividades molares a la concentración molar "C" y a la disolución infinita respectivamente.

c, concentración molar

S. Valor de la constante de disociación corregida.

Esta aproximación será suficientemente puesta que el valor de H^+ es relativamente pequeño y su movilidad grande si consideramos que:

$$E_0 = 349 \text{ mho cm}^2 \text{ a } 18^\circ\text{C}$$

$$PH = - \log [H^+]$$

La tabla # 5-2 figura nuestra los valores de PH a una concentración dada.

TABLA N° 5-2 Valores del PH de las soluciones de ácido Bórico

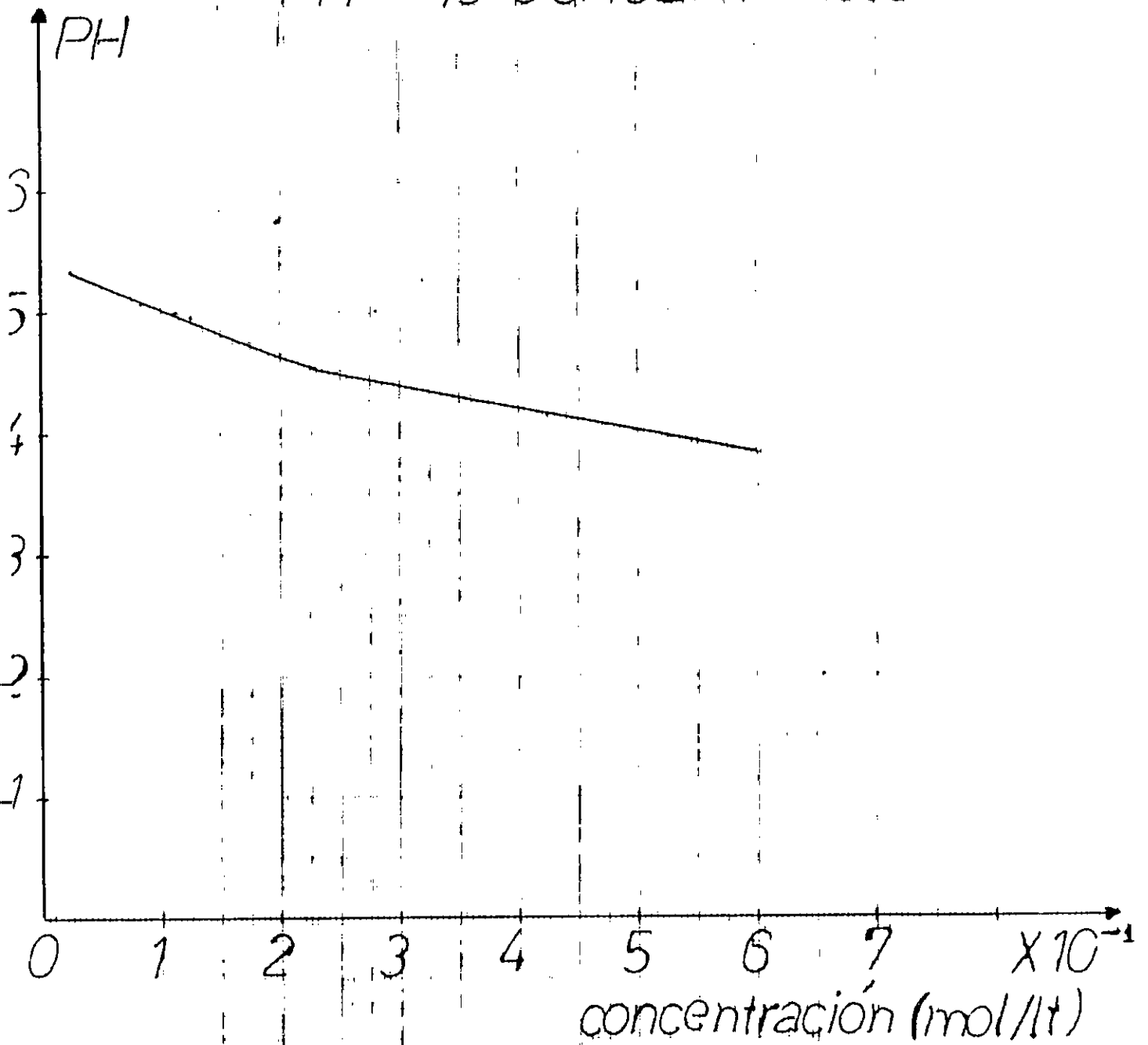
Moles/Lt	Conductividad específica Mho $c,^{-1}$ a 18°C	específica $\times 10^{-3}$	$[H^+] \times 10^{-5}$	PH
0.028	1.620	0.464	5.33	
0.056	2.537	0.727	5.14	
0.083	3.044	0.872	5.06	
0.112	3.222	1.032	4.99	
0.125	3.884	1.113	4.95	
0.254	11.140	3.192	4.5	
0.424	26.410	7.568	4.12	
0.602	52.79	15.120	3.82	

Los valores de la conductividad específica son las corregidas se considera que las soluciones de H_3BO_3 libre, la for-

72-A

GRAFICO 5.2A

PH VS CONCENTRACION



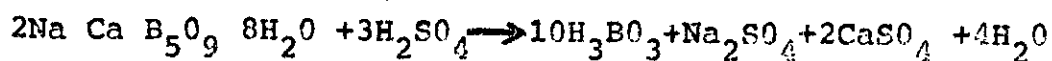
mación de complejos puede ser claramente detectado a través en su disminución del PH manifestada por un aumento de la conductividad eléctrica grandes cantidades de aniones complejos solo aparecen grandes concentraciones de iones boratos formados en la solución, especialmente por la adición de álcalis.

a.2.-Cinética de las Reacciones

El objetivo radica fundamentalmente en la determinación cinética de las variables que afectan la velocidad de cambio que tiene lugar en el reactor

Las reacciones que tienen lugar en el reactor son las siguientes:

Reacción Principal



Reacción Secundaria



Tipo de Reacción: Sistema heterogéneo (sólido-líquido), no catalítico,

Proceso Batch (discontinuo o por lotes) llevado a un reactor tipo tanque.

Los factores a considerarse son: la afinidad química (calor de reacción), los de carácter físico que son los que van a condicionar al primero.

Las variables de los que depende la cinética de las reacciones son:

1.- Características y Concentración del Acido Sulfúrico

El solvente que participa en la reacción será el H_2SO_4 , su concentración en la solución será determinante de la afinidad química, mientras más alta sea la acidez, mas rápida será la reacción de la ulexita con H_2SO_4 y es de carácter exotérmico, lo cual

favorece al proceso, ya que es de esperar que alcance una conversión aceptable en un tiempo menor.

A diferencia de este primará la velocidad química sobre la velocidad másica por el mismo hecho del que la fase sólida que reacciona será menor (unicamente el mineral, no existiendo mucha resistencia a la difusión)

Como se verá, para los efectos de las pruebas se variaron unos factores mientras otros permanecían constantes, a fin de determinar la acidez mas adecuada de la solución que permita una buena recuperación de ácido bórico, pues en forma similar a lo acontecido en el sistema del borax iba a influir en la filtrabilidad de la pulpa, precipitando cristales en el filtro e impidiendo las secuencias otras de los operaciones posteriores.

Otro de los enfoques de estas pruebas, fue determinar la influencia de la temperatura, usando temperaturas menores, dada la volativilidad del ácido bórico susceptible de originar pérdidas en vapor hirviendo de varió el tiempo con los diferentes temperaturas tomadas para ubicar las óptimas de cada variable.

Luego de tener en cuenta el grado de optimización de los factores que afectan al proceso cinético, debe considerarse como en el caso anterior.

Dentro de los factores que afectan a la cinética del proceso se tiene:

1.- Temperatura Como Variable .- Se considera la volativilidad del ácido bórico con el vapor de agua hirviendo se adoptó un rango de temperatura de: 70°C, -- 80°C, 90°C, 100°C tendientes a ubicar entre ellos a la mas óptima.

Se tomó muestra cada 10 minutos.

La Interpretación de los resultados se visualiza en el gráfico 5-3 ácido bórico (tiempo de reacción v/s

volumen titulado de CaO que no reaccionó) y en el gráfico 5-4 ácido bórico (tiempo de reacción v/s = conversión)

Se concluye que una temperatura muy baja no es aceptable porque requería un tiempo mayor de reacción e inclusive no se alcanzaba una conversión razonable, contrariamente con la temperatura de 100°C . existía el riesgo de pérdidas por volatización siendo por lo tanto, la temperatura de 90°C . la que permite una conversión de 98.5% que resultaba ser económicamente frente a los otros tres.

- 2.-Tiempo Optimo de Reacción.- Se considera el factor tiempo como variante realizándose para cada grupo un promedio de 2 a 4 pruebas, a cada una de las cuales, le correspondía un tiempo diferente de reacción; el intervalo de variación de éste fue de 10 minutos por un lapso de 250 minutos.

El objetivo de estas pruebas fue hallar el tiempo mínimo de reacción que permitiese el logro de una máxima eficiencia en la recuperación de ácido bórico. El tiempo mínimo al que se llegó al final de dichas pruebas fue de 1 hora, con el se alcanzaba una conversión de 98% aproximadamente (Ver gráfico 5-3, -- 5-4, 5-5)

- 3.-La Concentración del Acido y su Influencia en la Cinética de la Reacción.- Este es un factor controlante del proceso, ya que se ha observado que a excesiva concentración corresponden soluciones con alto contenido de ácido bórico presente, pero a la vez, el contenido de impurezas será mayor se solubilizan resultando residuos de reacción que se aumentan muy lentamente determinando una gran dificultad en el momento de filtrar, puesto que las pulpas ligeramente

ácidas son difíciles de manejar debido a su consistencia gelatinosa de los precipitados de fierro y sílice especialmente, que impide el paso de agua de lavado.

Por otro lado las soluciones con alto contenido de ácido (H_3BO_3) les corresponde residuos con mayores pérdidas de ácido soluble en agua, salvo que los lavados por el bajo contenido de material arenoso en el residuo.

Nota.- Para el H_3BO_3 , se recomienda el uso de vacíos que ayude el paso de la solución y aumenta; la capacidad de los filtros/hora favorecer mas, el proceso, debe efectuarse el lavado con agua caliente, ya que la viscosidad de los respectivos soluciones se incrementan cuando disminuye la temperatura, siendo difícilmente visibles con el agua, evitándose también la cristalización en el medio filtrante, especialmente cuando se opera en soluciones muy concentrados; además filtrando con agua caliente disminuye la humedad del "CAKE" por consiguiendo la posibilidad de pérdidas de cristales solubles en agua.

Bajo este punto de vista, para cada una de las temperaturas consideradas se trabajó con acideces variables. ;

Comprendidas en un rango de 100 a 160 gr<lt. de ácido sulfúrico. Al número de pruebas realizadas con determinada acidez se le asignó bajo un número de serie siendo estos:

Serie 1	100 gr/lt	de H_2SO_4
Serie 2	110 gr/lt	de H_2SO_4
Serie 3	120 gr/lt	de H_2SO_4
Serie 4	130 gr/lt	de H_2SO_4

Serie 5 140 gr/lt de H_2SO_4
Serie 6 150 gr/lt de H_2SO_4
Serie 7 160 gr/lt de H_2SO_4

Los resultados a los que se llegó son dados en los gráficos 5-2,5-4,5-5,5-6, a las temperaturas 70, 80, 90, 100°C respectivamente, en ellos se ha planteado la concentración de ácido versus conversión, indicándose claramente con flechas las diferentes conversiones a los que se llegó concluyéndose que a la temperatura de 90°C se alcanza la conversión óptima (gráfico 5-4- entre 96-98% en la curva correspondiente al tiempo de reacción de 1 hora.

GRAFICO 5-3. VOLUMEN V/S TIEMPO

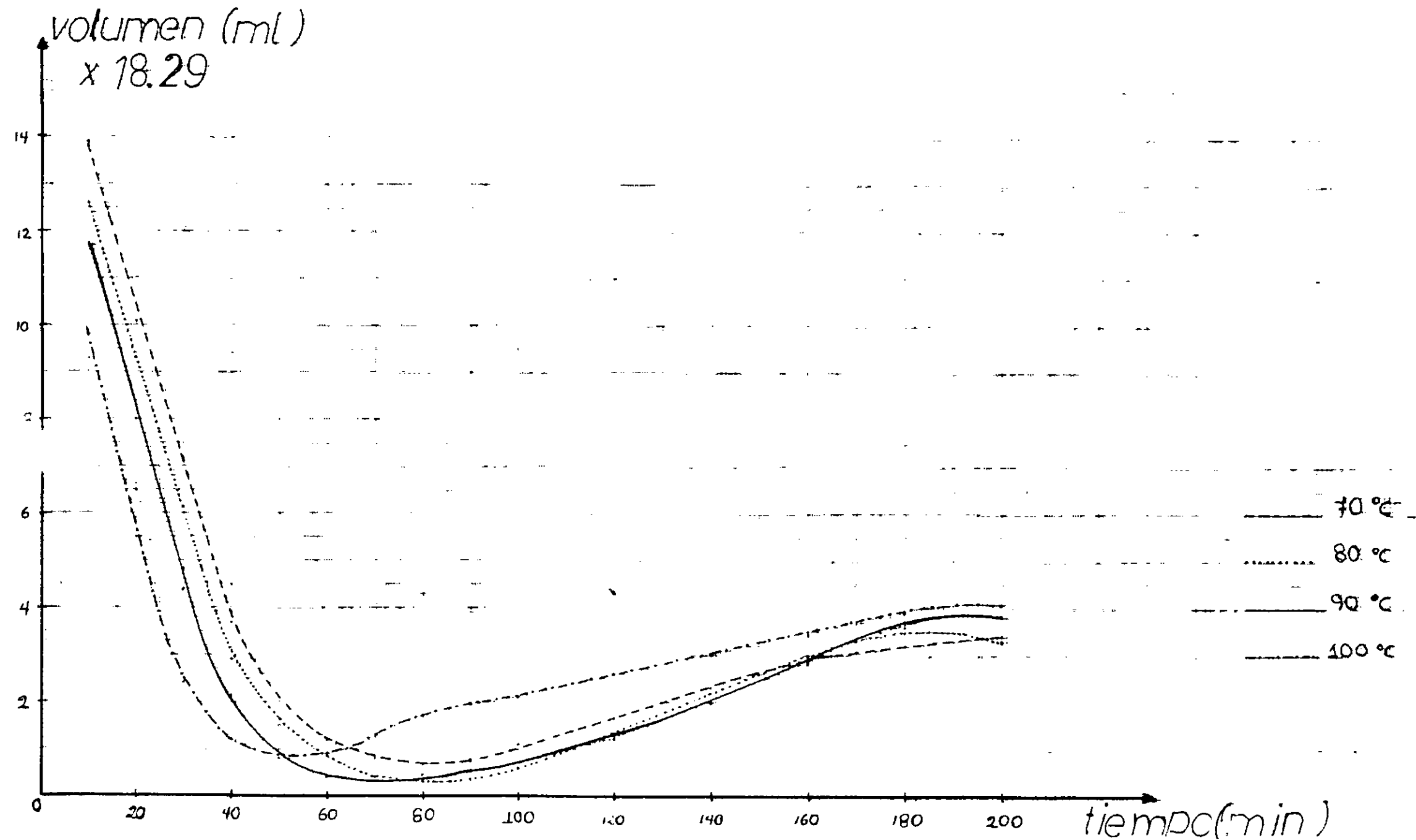
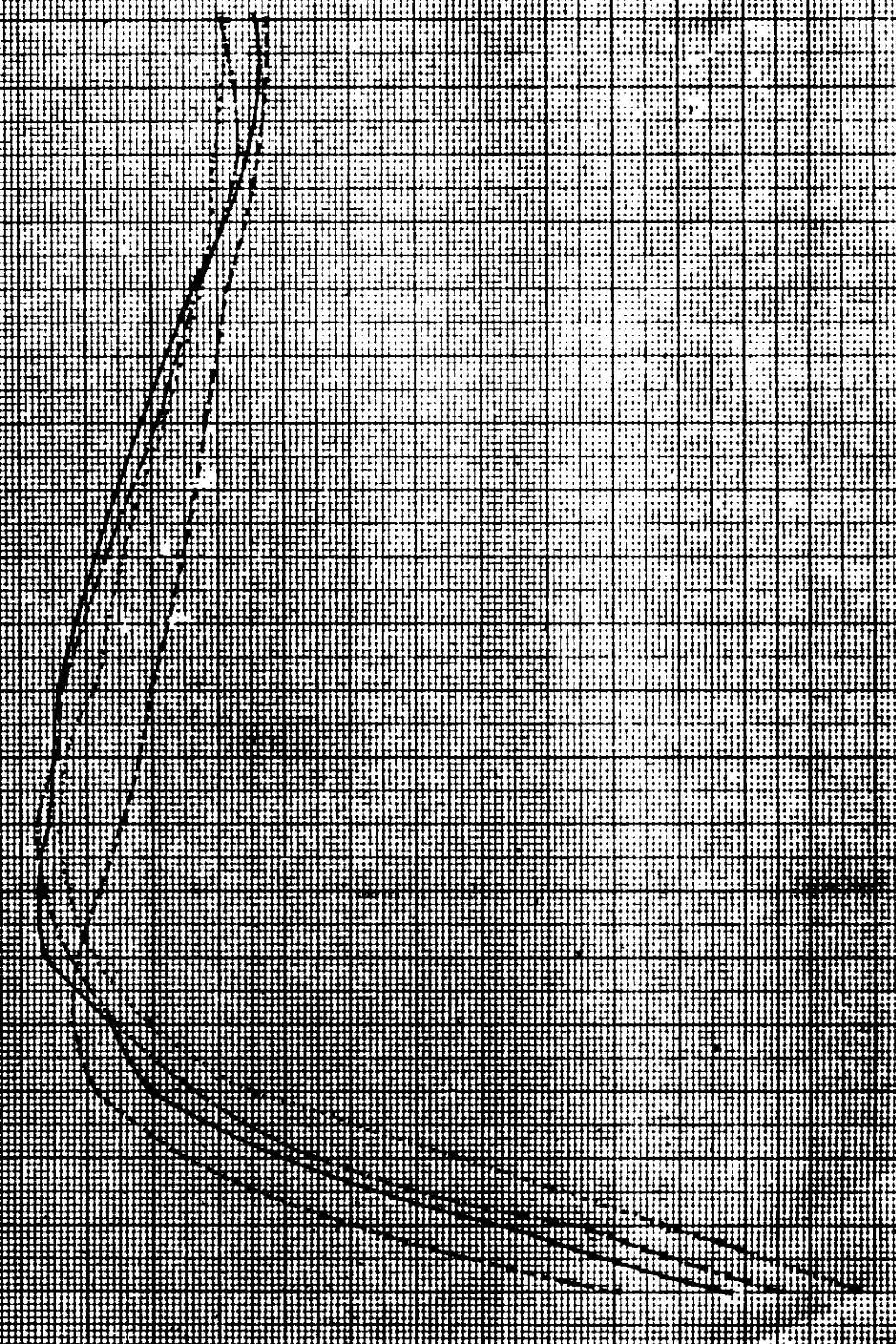


GRAFICO 5. % CONVERSION VS TEMPO

% CONVERSION

100
90
80
70
60
50
40

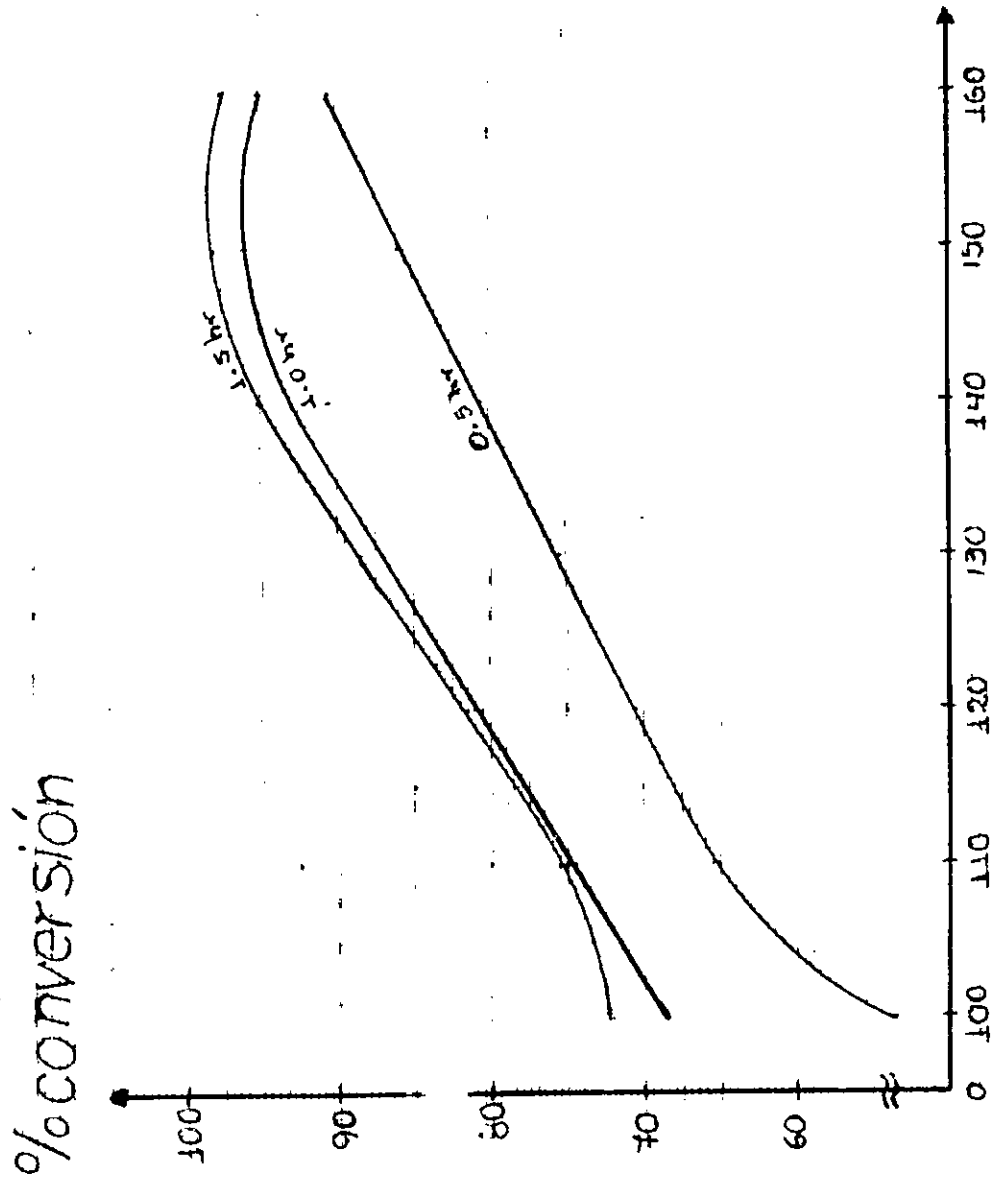


70°C
80°C
90°C
100°C

TEMPO
(MIN)

GRAFICO 5-5

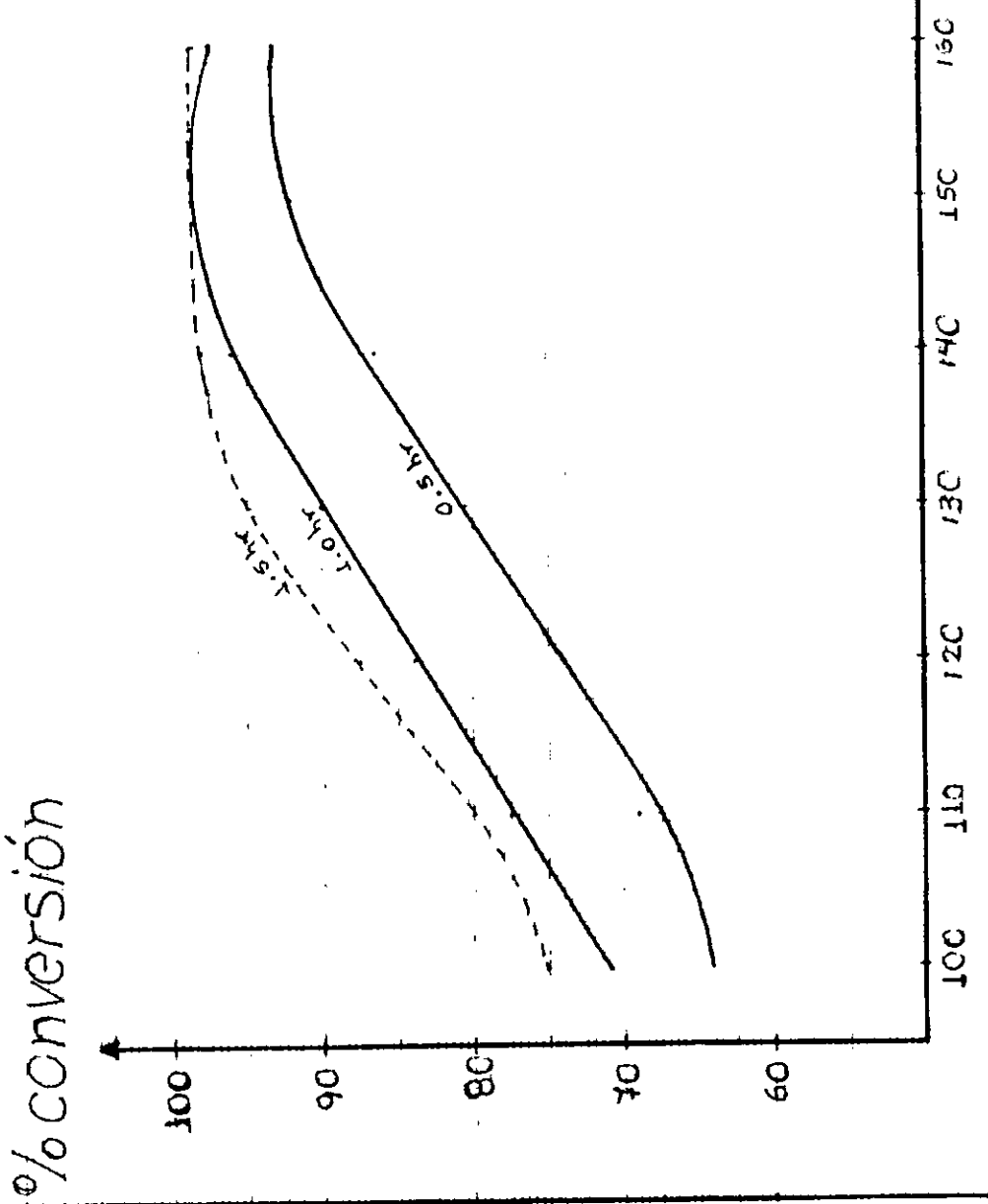
% conversión $\frac{1}{5}$ s concentrac. H_2SO_4
temperatura = $70^\circ C$



concentrac. H_2SO_4 $\frac{1}{5}$ s

GRAFICO 5-6

% conversión $\frac{1}{5}$ s concentrac. H_2SO_4
temperatura = $80^\circ C$

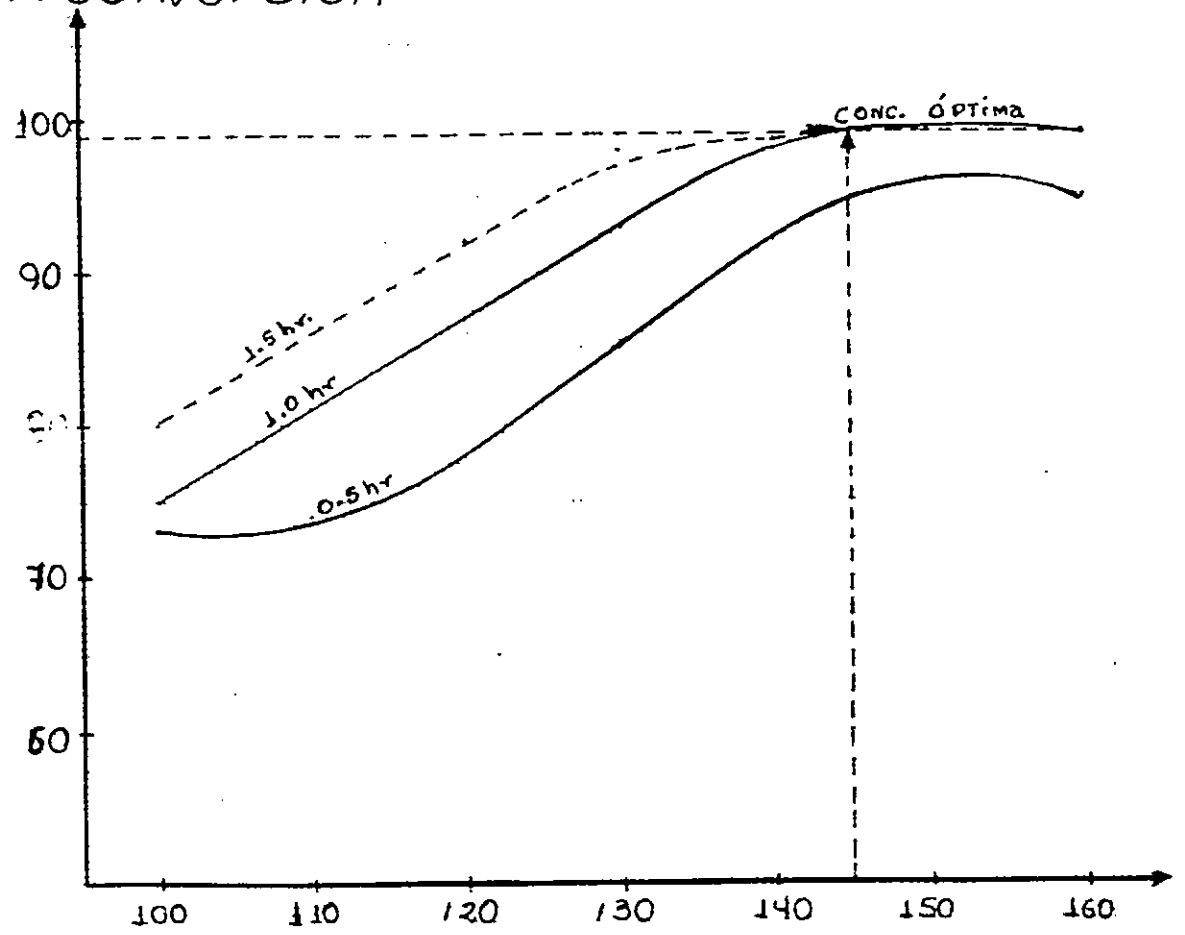


concentrac. H_2SO_4 $\frac{1}{5}$ s

GRAFICO 5_7

% conversión \forall s concentrac. H_2SO_4
temperatura = $90^\circ C$

% conversión

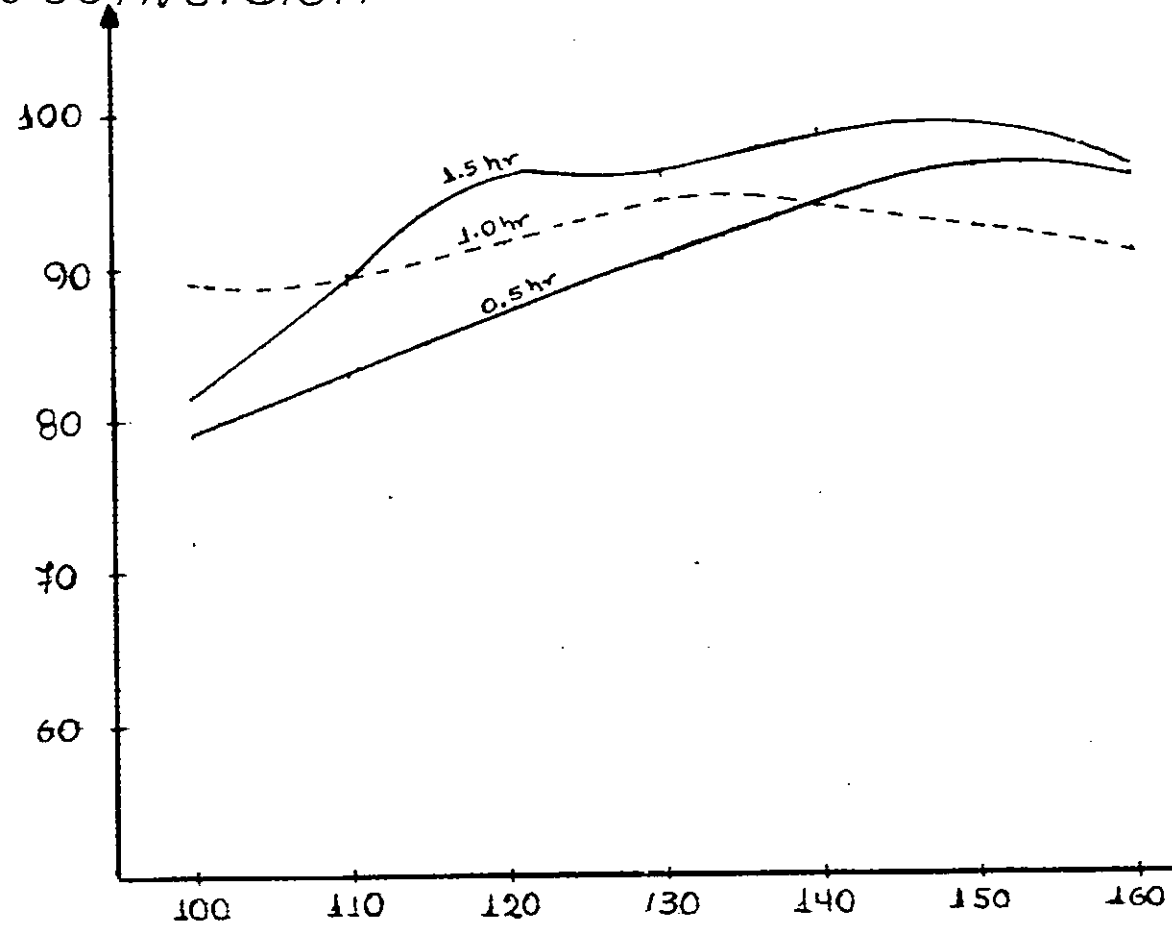


concentración H_2SO_4 (g/l)

GRAFICO 5_8

% conversión \forall s concentrac. H_2SO_4
temperatura = $100^\circ C$

% conversión



concentración H_2SO_4 (g/l)

GRAFICO 5-9

% conversión V/s concentrac. H_2SO_4

$T = 0.5 \text{ hr}$

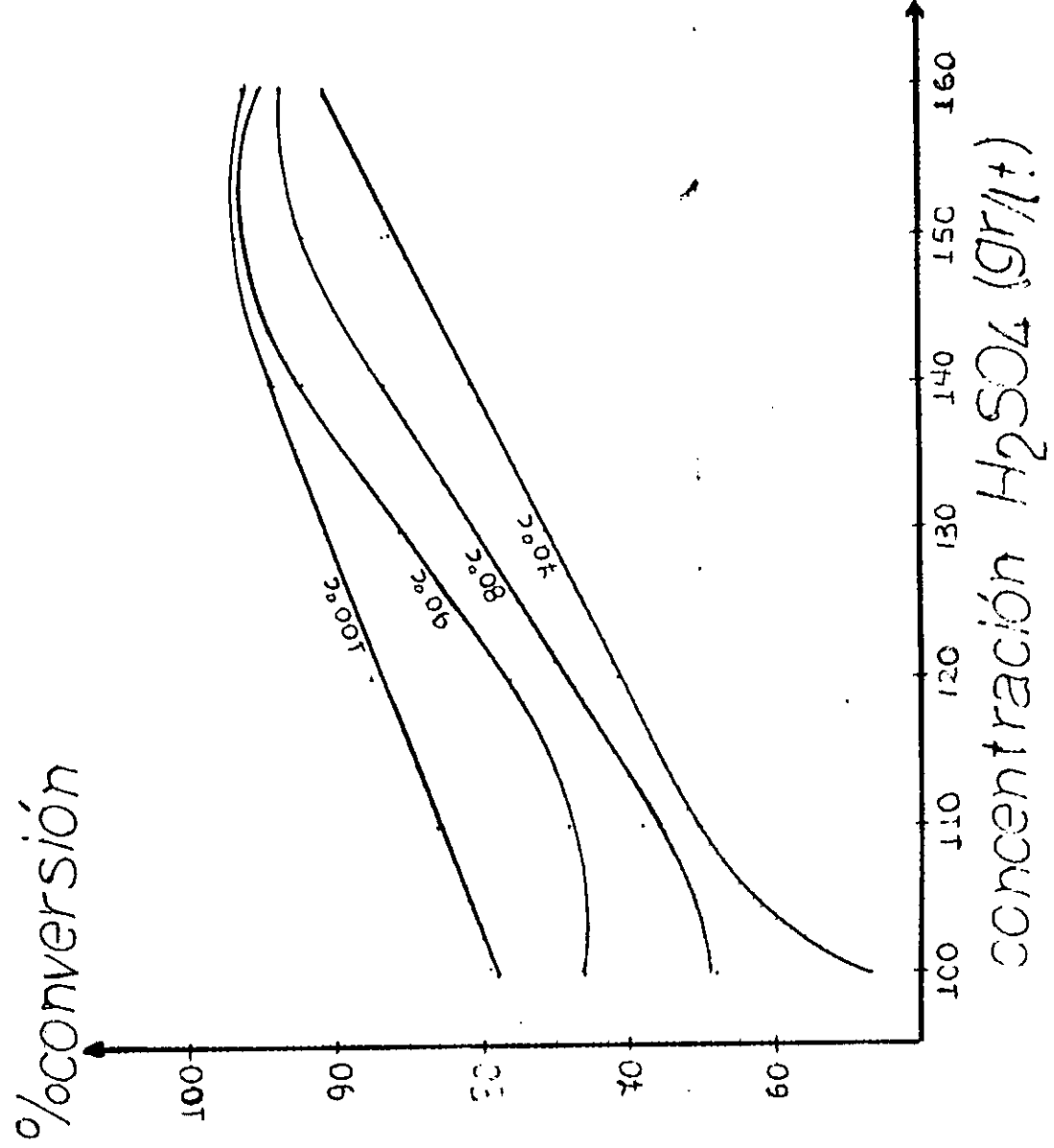


GRAFICO 5-10

% conversión V/s concentrac. H_2SO_4

$T = 1.0 \text{ hr}$

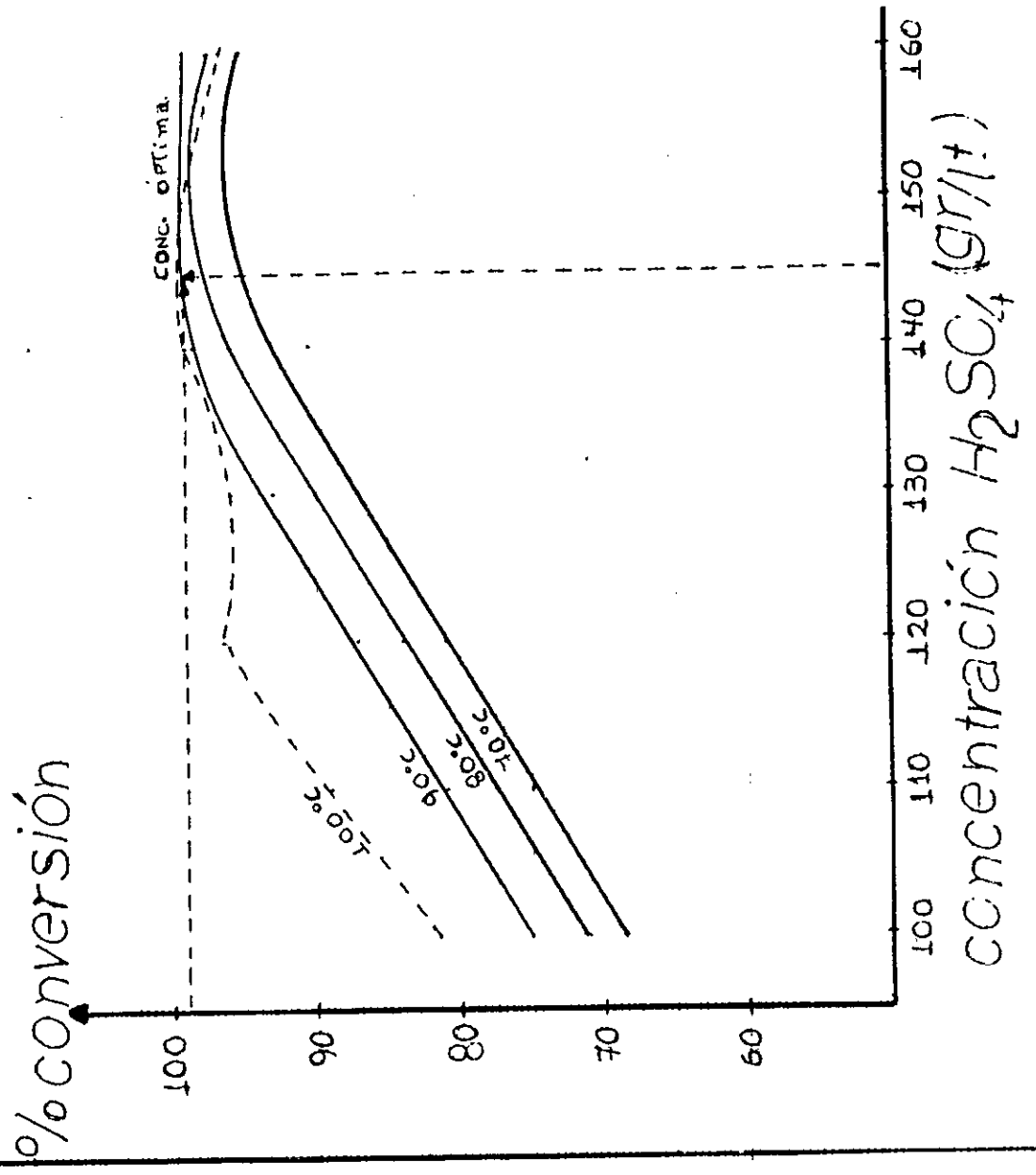
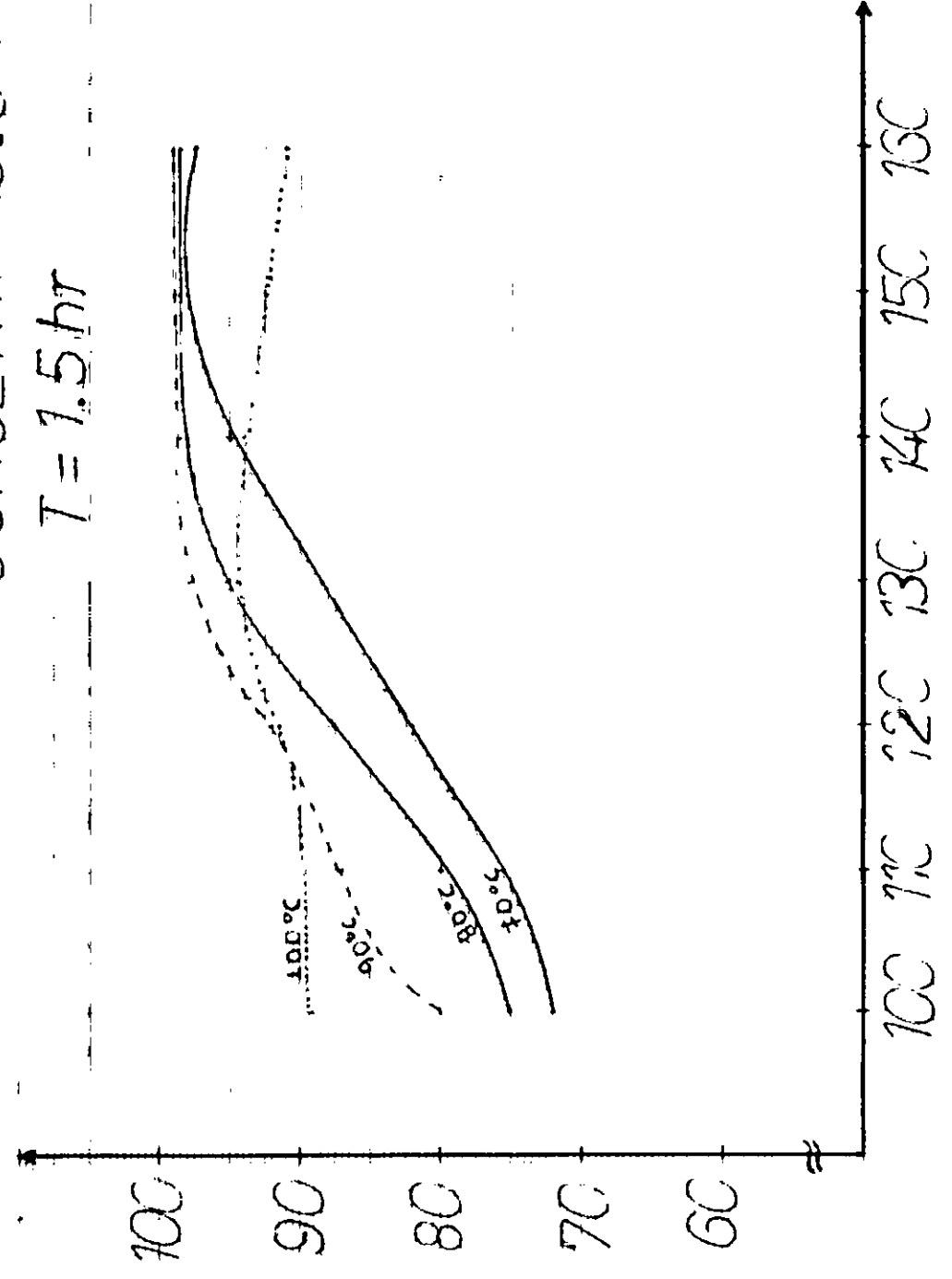


GRAFICO 5-11 % CONVERSION

1/5

CONCENTRACION
T = 1.5 hr

% conversion



concentración H_2SO_4
(gr/l)

TABLA N^o 5 - 3 DATOS PARA LOS GRAFICOS

CONCENTRACION DE H ₂ O ₄ gr/lt	CONVERSION %											
	T de R = 0.5 hr				T de R = 1 Pr.				T de R = 1.5hr.			
	70°C	80°C	90°C	100°C	70°C	80°C	90°C	100°C	70°C	80°C	90°C	100°C
100	53.50	64.00	73.00	79.00	68.50	71.00	75.00	81.50	72.00	75.00	80.00	89.00
110	65.10	69.00	74.00	83.00	75.00	77.50	81.00	89.00	75.50	80.00	87.00	89.50
120	70.50	74.00	78.00	87.50	81.00	84.00	87.00	96.50	82.00	87.50	92.00	91.50
130	75.50	80.50	85.50	90.50	87.00	90.00	93.00	96.00	88.50	95.00	98.00	94.50
140	80.50	88.50	92.00	94.00	90.50	96.00	98.50	99.00	99.00	98.00	98.50	94.00
150	86.00	92.00	96.00	96.50	96.00	98.50	99.20	99.30	98.00	98.50	99.00	92.50
160	90.50	93.50	95.00	96.00	95.00	97.00	99.00	96.50	97.50	98.50	99.00	91.00

NOTA : T de R = Tiempo de Reacción.

TTABLA 5-4 CONVERSION DEL TIEMPO DE REACCION

Tiempo de reacción min	T = 70°C		T = 80°C		T = 90°C		T = 100°C	
	Volumen Mlt	Conversión %	Volumen Mlt	Conversión %	Volumen mlt	Conversión %	Volumen MLT	Conversión %
10	13.90	36.02	12.60	42.00	11.70	46.15	9.80	54.89
20	10.55	51.44	9.30	58.20	8.00	63.18	5.50	74.68
30	7.15	67.09	4.85	77.68	4.35	79.98	2.40	88.95
40	3.70	82.97	2.90	86.65	2.10	90.33	1.20	94.48
50	2.10	90.33	1.60	92.64	1.50	93.10	0.80	96.32
60	1.20	94.48	0.85	96.09	0.40	98.16	0.90	95.85
70	0.80	96.32	0.40	98.16	0.32	98.50	1.30	94.02
80	0.70	96.78	0.30	98.62	0.18	97.79	1.70	92.18
90	0.75	96.54	0.35	98.39	0.55	97.47	1.95	91.02
100	1.10	94.94	0.60	97.24	0.60	97.24	2.10	90.33
120	1.65	92.41	1.35	93.79	1.20	94.48	2.60	88.03
140	2.30	89.41	2.20	89.87	2.00	90.79	3.00	86.19
160	3.00	86.19	2.90	86.65	2.25	86.88	3.40	84.35
180	3.20	85.27	3.60	83.43	3.70	82.97	3.90	82.05
200	3.40	84.35	3.30	84.81	3.85	82.28	4.10	81.13

NOTA : Se debe multiplicar por 18.29 el volumen para obtener el volumen total en la reacción.

TAMAÑO DE LA PARTICULA

El tamaño de la partícula se considera como uno de los factores que determina la eficiencia de cualquier proceso a tratar, además se debe lograr una buena granulometría que nos permita alcanzar la máxima eficiencia de la reacción.

De los ensayos se observó que la ulexita no requería de una molienda excesiva para llevar adelante un buen ataque, ya que en una malla de - 30 se conseguía una eficiencia bastante aceptable y similar en unos procesos, lo cual se justifica si se tiene en cuenta, las características del mineral, se vio que las mismas propiedades físicas (estructura química, solubilidad rápida en agua fría, mayor en agua caliente y bastante notoria en ácido) los cuales no requería el uso de la malla de menos tamaño.

El proceso de ácido bórico tiene la ventaja de ser una reacción que se da en medio ácido, a la vez que ofrece una mayor resistencia a la difusión, porque la única fase sólida que participa en la reacción será el mineral.

Desde el punto de vista económico, con una malla de -30 se logra una extracción aceptable, porque la sedimentación será buena, no existiendo suspensiones coloidales, ni emulsiones que atenten contra la eficiencia de un buen filtrado.

Condiciones Operativas del proceso

Para la obtención del ácido bórico con eficiencia aceptable, se trabajó sobre un sistema heterogéneo no catalítico, para lo cual se establecieron las siguientes condiciones operativas:

Proceso Batch o intermitente (discontinuo o por lotes), -- llevado a efecto en un reactor tipo tanque teniendo presente sus ventajas de índole económico en lo que respecta al costo y capacidad.

- Volumen Constante
- Temperatura constante 90°C (isotérmico)
- Presión constante a 1 atmósfera)

- Agitación constante para tener uniformidad en las masas reaccionante en lo que respecta a concentración y temperatura (200 r pm.) Los parámetros puestos en juego para su estudio serán:
- Temperatura de reacción
- Tiempo de reacción
- Cantidad de agua requerida para la reacción.
- Concentración de H_2SO_4

Ejemplos de cálculos de cinética:

Conclusión:

- Concentración óptima de H_2SO_4 = 140 gr/lt - 145 gr/lt
- Volumen del reactor constante.
- Densidad de la pulpa en la reacción 1.14 gr/ cc.

Cálculo de las conversiones alcanzadas

Se tomó como parámetro la titulación de la cantidad de CaO que no ha reaccionado.

Datos: Solución K_2CrO_4 1.0N

CALCULO DE LA CONVERSION ALCANZADAS

En un pequeño tanque de acero en plena agitación, que contiene agua caliente 70°C, se adiciona ulexita, que será atacada con ácido sulfúrico necesario, más un ligero exceso con el fin de lograr una completa reacción, en intervalos de tiempo de 10 minutos se extrae 100 cc. de solución del reactor, se tomó como parámetro la titulación de CaO que no ha reaccionado, y se encuentra al estado de Ca (OH)₂ de acuerdo a la reacción siguiente:



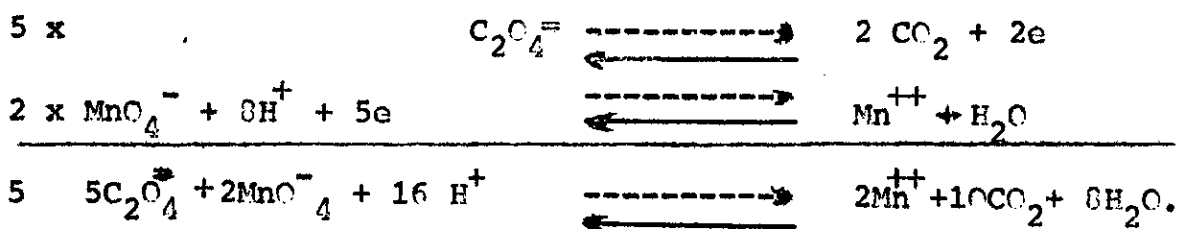
El óxido de calcio en presencia de óxido de magnesio y hierro respectivamente se determina por volumetría en medio amoniacal siguiendo el procedimiento:

En un matraz se coloca 100 cc de la solución problema y con gotas de amoníaco se neutraliza hasta que vire el papel rojo de tornasol a color azul, en este momento se calienta ligeramente y se añade solución reactivo de oxalato de amonio 1 N, que en presencia de CaC aparecerá un precipitado blanco cristalino, por la formación de exalato de calcio, después se va agregando gota a gota del reactivo hasta la precipitación total del CaO. La reacción que sucede es la siguiente:



A la solución que contiene el precipitado de oxalato de calcio se acidula con ácido sulfúrico, disolviéndolo, para luego ser titulado en caliente con KMnO₄ 1.0 N, que se descolora por la oxidación del ión C₂O₄⁼ a CO₂, finaliza la titula-

ción cuando la coloración del KMnO_4 persista, la reacción - que sucede es la siguiente:



Título: 1.0 mlt de solución KMnO_4 1.0 N es igual a 0.028 gr CaO.

Ejemplo: Para un gasto de 47 mlt de solución KMnO_4 1.0N se tiene.

1.0 mlt. ----- 0.028 gr. CaO

47.0 mlt ----- X X = 1.316 gr. de CaO.

Si 100 gr de mineral, contiene 86.10% de ulexita quien contiene un 13.82% de CaO, la cantidad de CaO se calcula:

86.10 gr ulexita ----- 100%

X ----- 13.82% X = 11.8990 gr. CaO.

Para calcular la conversión :

11.8990 gr CaO ----- 100%

1.316 gr CaO ----- X X = 11.06%

La ulexita que ha reaccionado será :

100% - 11.06% = 88.94%

De manera similar se produce con los demás volúmenes para obtener las respectivas conversiones :

Tabulación de Resultados Los resultados figuran en las tablas.

Gráfico 5-3.-Temperatura de reacción 70°C, 80°C, 90°C, 100°C.

Tiempo de reacción 250 min (4.17 hr)

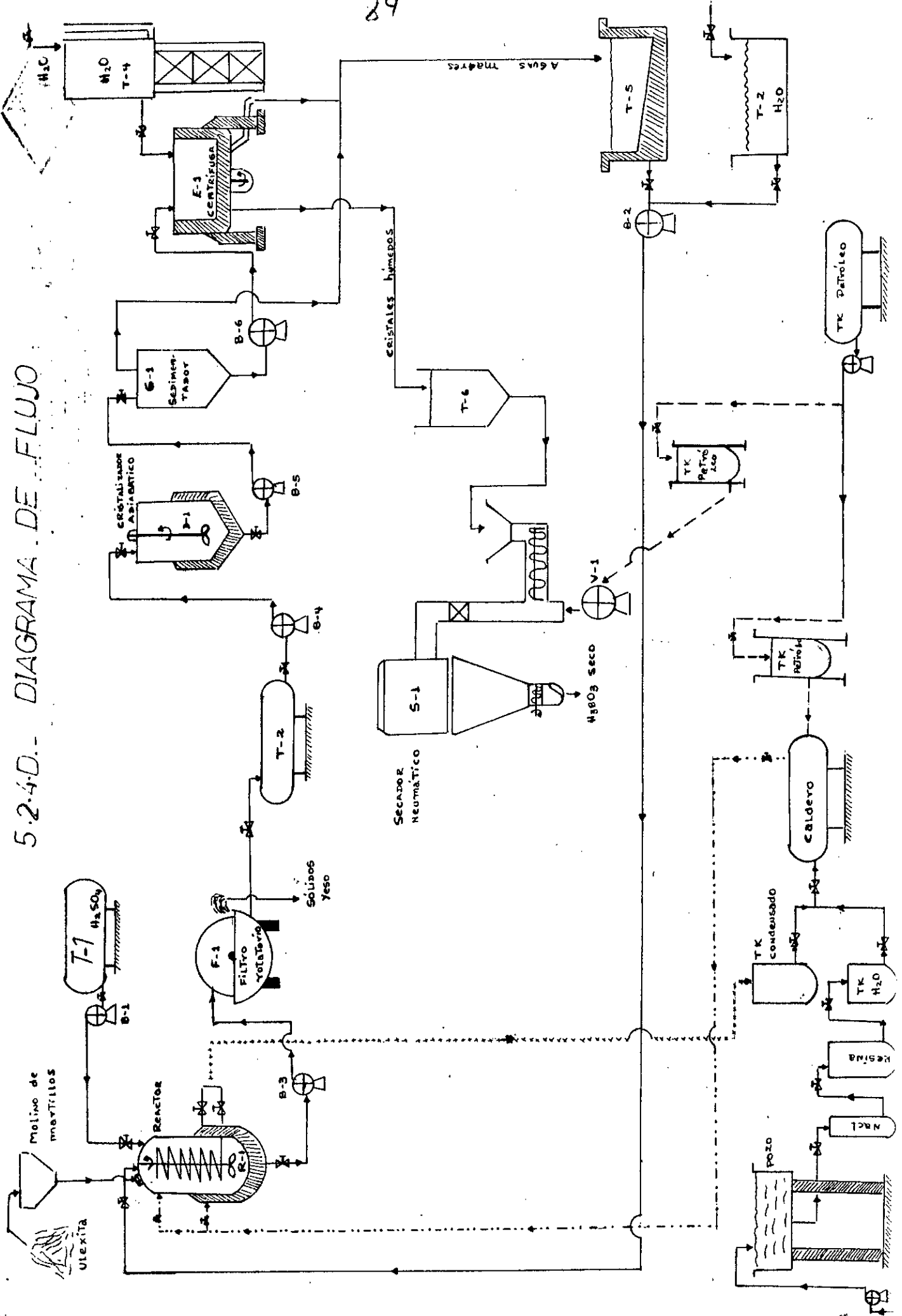
Volumen titulado en solución KMnO_4 1.0 N.

Gráfico 5.4.-Temperatura igual 70°C, 80°C, 90 °C, 100°C.

Tiempo de reacción 250 min. Conversión 0 a 100%.

5.2.4.D.- DIAGRAMA DE FLUJO

84



5.2.4.b.-OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS

El fundamento seleccionado en la obtención del ácido bórico, radica en el tratamiento de la ulexita con ácido sulfúrico técnico de 98% de concentración, diluyéndose posteriormente para obtener el ácido bórico cristalizado de grado-técnico o comercial de 99.1% de H_3BO_3 para su utilización industrial.

Los procesos y operaciones unitarias se muestran en el diagrama de flujo cualitativo y cuantitativo (diagrama N) siguiendo el flujo de la materia en proceso es el siguiente:

a.- Selección del Mineral.

El yacimiento de ulexita se encuentra en la Laguna Salinas de Arequipa; de donde será extraído manualmente. Ya que la ulexita yace a una profundidad no mayor de 1.00m. - por lo que su extracción tiene que ser altamente selectiva. Así mismo la resistencia a la compresión del suelo es muy pequeña, no soportando maquinaria pesada.

El mineral extraído es transportado en carretillas a las canchas de la mina situada a las orillas de la Laguna, procediéndose a su posterior homogenización antes de trasladarla a la planta de ácido bórico en donde es sometido a una trituración secundaria en un molino de martillos, hasta que el tamaño de la descarga este comprendida en el siguiente rango.

90% de mineral en malla - 10

10% de mineral en malla + 35

El mineral pulverizado es almacenado en las tolvas de ulexita molida que posee la siguiente -
composición:

<u>Materia prima</u>	<u>%</u>
NaCa B ₅ O ₉ .8H ₂ O	86.10
NaCl	1.80
CaSO ₄ . 2H ₂ O	3.42
Fe ₂ O ₃	0.88
SiO ₂	3.29
MgO	0.26
H ₂ O	<u>4.25</u>
Total :	100.00

b. REACCIONES

La reacción se produce en el reactor, el cual ha sido previamente alimentado con el mineral-molido 2 ó 4 partes de H₂O (o aguas madres de recirculación provenientes de la cristalización) y el ácido sulfúrico de 98% de concentración . Las materias primas reaccionan de acuerdo a las cantidades proporcionales según la estequiometría de la reacción.

El reactor estará dotado de un agitador, de un serpentín y de una camisa o chaqueta calefactora que dotará de turbulencia y temperatura constante de 90°C (temperatura óptima) a la mezcla reaccionante.

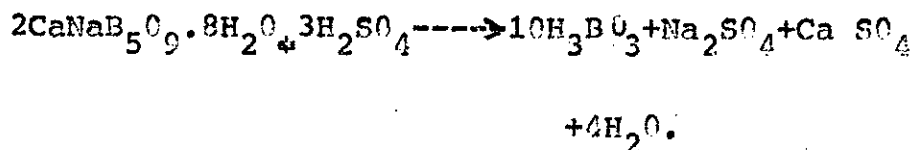
La temperatura óptima, 90°C permite lograr la conversión deseada de 97.5 a 98.5% en un tiempo de 1 hora (objetivo perseguido en las pruebas experimentales) a la presión atmosférica.

Durante la reacción se va separando la cal de la boratocalcita en forma de sulfato de calcio (yeso, el cual junto a los demás compuestos como Fe_2O_3 , SiO_2 , etc.) se separan de la solución de ácido bórico por filtración en caliente.

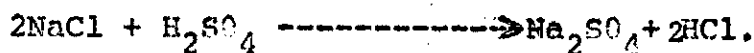
Si el ácido bórico impuro contiene grandes cantidades de sulfato de magnesio se precipita este agregando cuidadosamente a la solución cloruro bórico; o el permanganato de potasio y un 6% de exceso de carbonato de sodio (transforma en carbonato de calcio el exceso de calcio), descolorando después el líquido por ebullición con carbón animal dejándolo sedimentar y filtrándole. Para una mejor coagulación de la pulpa y eliminación de la sílice suelo añadirse al final de la reacción pequeñas cantidades de aluminio soluble en agua (sulfato de aluminio).

Las reacciones que tienen lugar en el reactor son - las siguientes de importancia:

Reacción Principal



Ecuación Secundaria



c.- Filtración

Terminada la reacción se descarga la mezcla del reactor en el filtro rotatorio Oliver Horizontal para separar los sólidos insolubles de la solución de ácido bórico, los precipitados formados en la reacción son la sílice, yeso, sulfato de fierro, ácido clorhídrico, etc.).

La filtración se realiza en caliente para aumentar el regimen de esta o impedir la cristalización del ácido bórico en el medio filtrante.

La solución de lavado de Cake junto con la solución filtrada se someterá a la cristalización.

d.- Cristalización con Evaporación y/o Enfriamiento

Esta operación se realiza con la finalidad de separar el ácido bórico de las otras sustancias (impurezas) presentes en la solución.

A fin que la solución de ácido bórico alcance las condiciones de saturación necesaria para la cristalización, se procede a la evaporación adiabática que implica un enfriamiento simultáneo.

implica un enfriamiento simultáneo se realiza, en un cristalizador, el magna procedente del cristalizador se descarga en un sedimentador para obtener un alto rendimiento de cristales a partir de las soluciones saturadas (la separación de ácido bórico se realiza entre los 30 y 35°Bé).

Las soluciones poco concentradas y en presencia de materias coloidales dan ácido bórico en escamas, muy grandes si se les deja enfriar lentamente, en este caso se emplean como materias coagulantes la cola o un cocimiento de semillas de lino.

Cuando el ácido bórico se necesita muy puro se tendrá que recrystalizarlo, se disuelve con vapor directo hasta que la solución tenga una densidad de 6 - 8°Bé medida en caliente o si se quiere obtener escamas grandes, la densidad no debe exceder de 4 - 5°Bé.

- Centrifugación

El magna del sedimentador (cristales + solución) es centrifugado para separar los cristales de las aguas madres, lavándose los cristales para separar la película de la solución adherida a ellas.

La solución de lavado y las aguas madres de la purificación, así como de las de cristalización se almacenan en un tanque para retornar al reactor siempre y cuando no posean impurezas.

zas que puedan entorpecer la cristalización - del ácido bórico.

Los cristales húmedos serán almacenados en un silo de cristales húmedos. Para obtener un ácido de mayor pureza, los cristales de ácido bórico se disuelven en agua, sometiéndose a posterior recristalización.

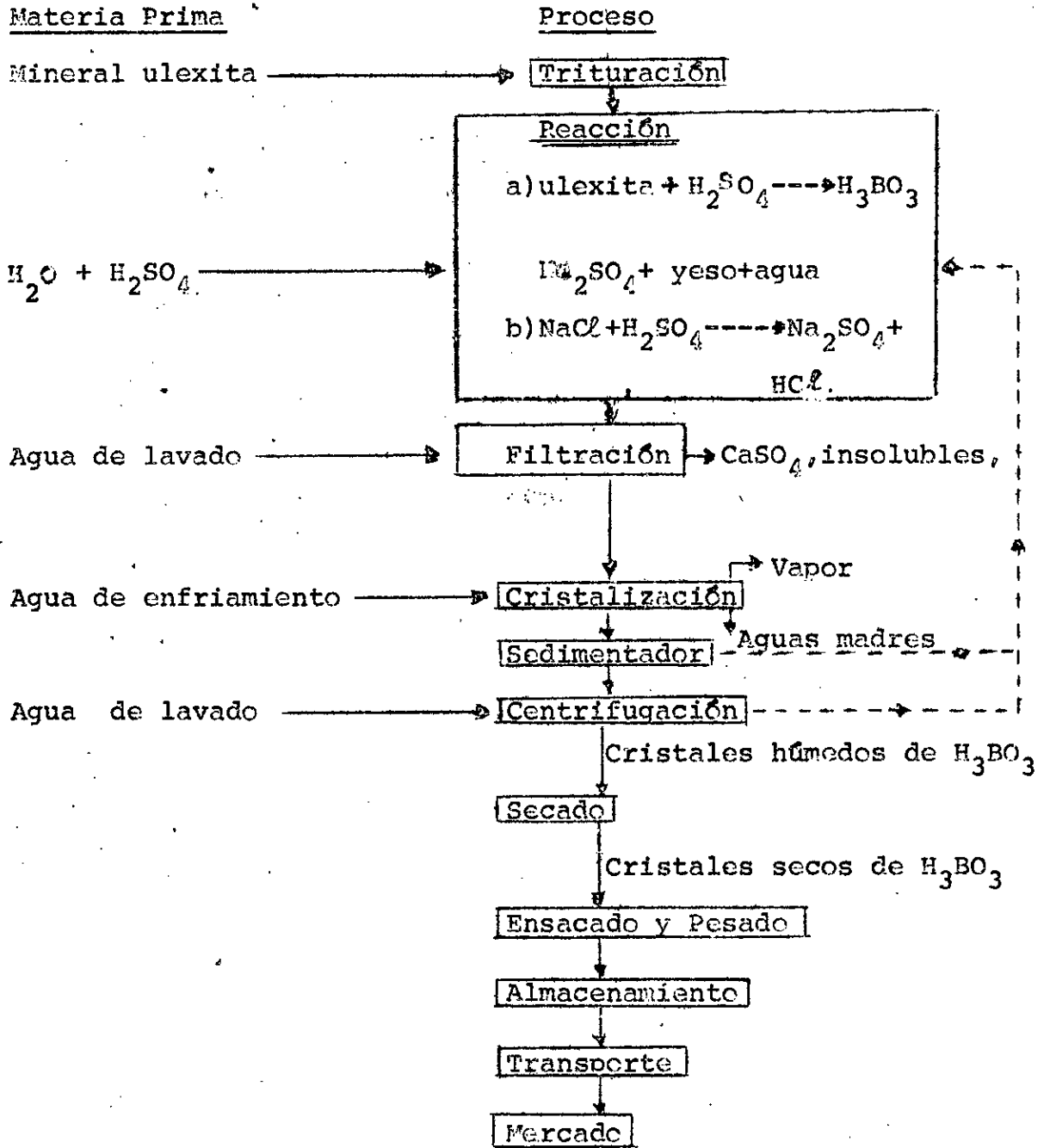
f.-Secado.

Los cristales húmedos (20% de humedad) provenientes de la centrifuga son sometidos a secado en un secador neumático alimentado por aire caliente, siendo la temperatura de secado de 80°C, obteniéndose cristales secos de ácido bórico con un contenido de humedad de 0.5%.

g.-Invasado y Almacenamiento

Los cristales de ácido bórico envasados en sacos de propileno o de papel, de 50 kg. de capacidad y transportado al almacén los cristales de ácido bórico listos para ser comercializados.

DIAGRAMA DE FLUJO CUALITATIVO



5.2.4. c.-Balances de materia y energía.

Base de Cálculo : 3217 kg de sol. de ácido
bórico.

<u>Compuestos</u>	<u>Ingresan</u>	<u>Reaccionan</u>	<u>No reaccionan</u>	<u>Salida del reactor</u>
Ulexita	810.20 K.	794.00	16.20 kg.	16.20 kg.
Agua	39,99	-----	39.99	39.99
CaSO ₄ · 2H ₂ O	32.18	-----	32.18	32.18
SiO ₂	30.96	-----	30.96	30.96
MgO	2.45	2.40	0.05	0.05
NaCl	16.94	16.60	0.34	0.34
Fe ₂ O ₃	8.28	8.11	0.17	0.17
Mineral Ulex.	941.00			
H ₂ SO ₄	329.88	329.29	6.604	6.604
Agua	6.73	-----	6.73	6.73
	336.61			
Agua de proceso				
2.084 veces				
Mineral Ulex	1961.20		1961.20	1961.20
TOTAL /// ...	3238.88 kg.			2094.41 kg.

Productos formados

H ₃ BO ₃	605.84 kg.
Agua	74.37 "
Na ₂ SO ₄	159.31
CaSO ₄	266.56 "
HCl	10.36 "
MgSO ₄	7.17 "
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30 "
TOTAL :	3238.88 kg

2.-F - 1 FILTRO ROTATORIO

De la bomba B-3 de descarga del reactor R - 1.

H_3BO_3	605.84 kg.
H_2O	2082.57
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	298.74
$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$	16.20
Fe_2O_3	0.17
SiO_2	30.96
MgO	0.05
H_2SO_4	6.604
HCl	10.36
$NaCl$	0.34
Na_2SO_4	159.31
$MgSO_4$	7.17
$Fe_2(SO_4)_3$	<u>20.30</u>

TOTAL3238.88 kg.

Agua de lavado del cake.

H_2O kg.

Al tanque receptor T-2 de la solución filtrada.

H_3BO_3	605.84 kg.
H_2O	2454.29
Fe_2O_3	0.001
SiO_2	0.124
MgO	0.001
H_2SO_4	6.604
HCl	10.36
$NaCl$	0.34
Na_2SO_4	159.31
$MgSO_4$	7.17
$Fe_2(SO_4)_3$	20.30
$CaSO_4$	<u>0.55</u>

TOTAL :3264.89

Al depósito de residuos sólidos.

$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	298.19
H_2O	38.40
MgO	0.049
Fe_2O_3	0.169
SiO_2	30.839
$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$	<u>16.20</u>
TOTAL :383.85

3.- D- 1 CRISTALIZADOR ADIABATICO.-

De la bomba B-4 de alimenta - A LA Bomba de alimenta-
ción al cristalizador. ción al sedimentador -1.

H ₃ BO ₃	605.84 kg.	H ₃ BO ₃	605.84 kg.
H ₂ O	2454.29	H ₂ O	2100.00 "
MgO	0.001	MgO	0.001
SiO ₂	0.124	SiO ₂	0.124
Fe ₂ O ₃	0.001	Fe ₂ O ₃	0.001
H ₂ SO ₄	6.604	H ₂ SO ₄	6.604
HCl	10.36	HCl	10.36
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30	Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30
Na ₂ SO ₄	159.31	Na ₂ SO ₄	159.31
CaSO ₄	0.55	CaSO ₄	0.55
NaCl	0.34	NaCl	0.34
MgSO ₄	<u>7.17</u>	MgSO ₄	<u>7.17</u>
TOTAL: ///...	3264.89 kg.	TOTAL.....	2910.87

Vapor de agua condensada.

H₂O 354.02 kg.

4.- SEDIMENTADOR

De la bomba de alimentación A la bomba B-6 de alimenta-
ción del sedimentador. ción de la centrifuga.

H ₃ BO ₃	605.84 Kg	H ₃ BO ₃	536.04 kg.
H ₂ O	2100.00	H ₂ O	559.85
MgO	0.001	MgO	0.001
SiO ₂	0.124	SiO ₂	0.124

Fe ₂ O ₃	0.001	Fe ₂ O ₃	0.001
H ₂ SO ₄	6.604	H ₂ SO ₄	1.50
HCl	10.36	HCl	1.86
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30	Fe ₂ (SO ₄) ₃	1.85
Na ₂ SO ₄	159.31	Na ₂ SO ₄	46.84
CaSO ₄	0.55	CaSO ₄	0.55
NaCl	0.34	NaCl	0.34
MgSO ₄	<u>7.17</u>	MgSO ₄	<u>1.1.5</u>
TOTAL	2910.87 kg.	TOTAL.....	1150.21

Al tanque de las aguas madres
T.- 5.

H ₃ BO ₃	69.80 kg.
Na ₂ SO ₄	112.47
H ₂ O	1540.15
MgSO ₄	6.02
Fe ₂ (SO ₄) ₃	18.45
H ₂ SO ₄	5.10
HCl	8.40
TOTAL	1760.39 kg.

5.- E - 1 CENTRIFUGA

De la bomba B-6 de alimentación de la centrífuga E-1. Al silo de cristales Húmedos T-6

H ₃ BO ₃	536.04 kg.	H ₃ BO ₃	499.59 kg.
H ₂ O	559.85	H ₂ O	99.92
MgO	0.001	MgO	0.001

SiO ₂	0.124	SiO ₂	0.124
Fe ₂ O ₃	0.001	Fe ₂ O ₃	0.001
H ₂ SO ₄	1.50	HCl	0.23
HCl	1.96	CaSO ₄	0.55
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1.85	NaCl	0.34
Na ₂ SO ₄	46.84	Na ₂ SO ₄	<u>0.27</u>
CaSO ₄	0.55	TOTAL:.....	601.03 kg.
NaCl	0.34	Al tanque de aguas madres.	
MgSO ₄	<u>1.15</u>	H ₃ BO ₃	36.45 kg.
TOTAL.....	1150.21 kg.	H ₂ O	584.93
Agua de lavado de los cris-		Na ₂ SO ₄	46.57
tales.		MgSO ₄	1.15
H ₂ O	125.00 kg.	Fe ₂ (SO ₄) ₃	1.85
		H ₂ SO ₄	1.50
		HCl	<u>1.73</u>
		TOTAL	674.18 kg.

6.- S-1 SECADOR

Del silo de cristales húme-
dos T - 6

Al silo de cristales seco

H ₃ BO ₃	499.59 kg.	H ₃ BO ₃	499.32 kg.
H ₂ O	99.92	H ₂ O	2.532
MgO	0.001	MgO	0.001
SiO ₂	0.124	SiO ₂	0.124
Fe ₂ O ₃	0.001	Fe ₂ O ₃	0.001

HCl	0.23	HCl	0.33
CaSO ₄	0.55	CaSO ₄	0.55
NaCl	0.34	NaCl	0.34
Na ₂ SO ₄	<u>0.27</u>	Na ₂ SO ₄	<u>0.27</u>
TOTAL ...	601.03 kg.	Total	503.369 kg.

Vapor de agua vaporizado.

H ₂ O	97.388 kg.
H ₃ BO ₃	<u>0.273</u>
TOTAL	97.661 kg.

7.- T - 5 TANQUE DE AGUAS MADRES.

m Del sedimentador de cristales Al reactor R-1.
de ácido bórico T-3.

H ₃ BO ₃	69.80 kg.	H ₃ BO ₃	106.25 kg.
Na ₂ SO ₄	112.47	Na ₂ SO ₄	159.04
H ₂ O	1540.15	H ₂ O	2125.08
MgSO ₄	6.02	MgSO ₄	6.47
Fe ₂ (SO ₄) ₃	18.45	Fe ₂ (SO ₄) ₃	21.00
H ₂ SO ₄	5.10	H ₂ SO ₄	6.60
HCl	<u>8.40</u>	HCl	<u>10.13</u>
TOTAL	1760.39 kg.	TOTAL	2434.57 kg.
De la centrifuga E-1.			
H ₃ BO ₃	36.45 kg.		
Na ₂ SO ₄	136.57		
H ₂ O	584.93		
MgSO ₄	1.15		
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1.85		
H ₂ SO ₄	1.50		
HCl	<u>1.73</u>		
TOTAL	674.18 kg.		

CALCULOS TERMICOS

El sistema de reacción es un proceso a presión constante usando el incremento de entalpía que es igual a:

$$\Delta H^\circ = Q_p \quad (1)$$

donde: Q_p es el calor de absorbido

ΔH° incremento de entalpía a presión constante.

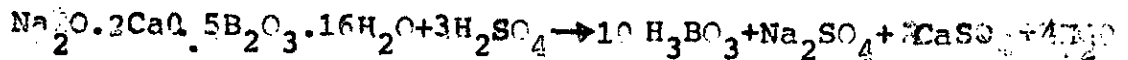
Además en el reactor se tomará en cuenta el cambio calorífico que acompaña a la reacción química, según la Ley de Hess - las condiciones de reacción es igual a la diferencia entre el contenido total de los productos resultantes y de las sustancias reaccionantes a temperatura y presión constante, teniendo lo siguiente:

Calor de reacción = Contenido calorífico de productos - Contenido calorífico de las sustancias reaccionantes.

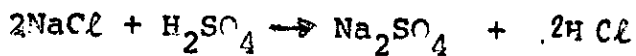
$$Q_p = \Delta H^\circ = \sum H \text{ productos} - \sum H \text{ reactivos}$$

Se debe tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

1.- Ecuación principal:



2.- Ecuación secundaria



b.- Calores de reacción estándar ΔH_r a 25°C son:

b-1. Reacción Principal.

Calor en los productos : $\sum H_{fp}^\circ$

$$10 H_3BO_3 = 10(-260.20) = -2602.00$$

$$Na_2SO_4 = 1(-330.90) = -330.90$$

$$2 CaSO_4 = 2(-338.72) = -677.46$$

$$4 H_2O = 4(-68.32) = -273.28$$

$$\sum H_{fp}^\circ = -3883.6 \text{Kcal/2mal ulexi.}$$

Reemplazando los valores d se obtiene:

$$\Delta H_r^{\circ} = \Delta H_f^{\circ} - \Delta H_f^{\circ}$$

$$\Delta H_r^{\circ} = -3883.6 - (-3686.32) = -197.32 \text{ Kcal/2mol}$$

$$\Delta H_r^{\circ} = -98,660 \text{ Kcal/kmol Ulexita}$$

2.- Reacción secundaria

Calor en los productos: $\sum H_f^{\circ}$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = 1(-330.90) = -330.90$$

$$2 \text{HCl} = 2(-22.06) = \underline{44.12}$$

$$\sum H_{fp}^{\circ} = -375.02 \text{ Kcal/2mol ulex.}$$

Calor en los reactantes : $\sum H_{fr}^{\circ}$

$$2 \text{NaCl} = 2(-98.23) = -196.46$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 1(-193.91) = \underline{-193.91}$$

$$\sum H_{fr}^{\circ} = -390.37 \text{ Kcal/2 mol ulex.}$$

$$\Delta H_r^{\circ} = \sum H_{fp}^{\circ} - \sum H_{fr}^{\circ}$$

$$\Delta H_r^{\circ} = -375.02 - (-390.37) = 15.35 \text{ Kcal/2mol ulex.}$$

$$\Delta H_r^{\circ} = 7675 \text{ Kcal/kmol ulexita.}$$

Los calores de reacción a 90°C son:

Las reacciones se producen a una temperatura de 90°C y a una presión de 1 atm. obedeciendo a la siguiente ecuación:

$$\Delta H_{rt}^{\circ} = \Delta H_0 + \Delta \alpha T + \frac{\Delta \beta T^2}{2} \quad (2)$$

De donde:

ΔH_{rt}° = calor de reacción a una temperatura T cualquiera

ΔH_0 = calor constante para cada reacción y se calcula conociendo ΔH_r° a una temperatura de referencia



Haciendo los cálculos respectivos se tiene:

$$\sum \alpha = \sum \Delta \alpha_p - \sum \Delta \alpha_r$$

Calculando a base de las capacidades calorificas se obtiene:

Reacción Principal

$$\sum \Delta \alpha_v = 10(21.6) + 1(32,80) + 2(18.52) + 4(7.256) = 314.86 \text{ Kcal/mol gr.}$$

$$\sum \Delta \alpha_p = 2(130.70) + 3(23.8) = 330.64 \text{ Kcal/mol gr.}$$

$$\sum \Delta \beta_p = 2(2.197 \times 10^{-2}) + 4(2.298 \times 10^{-3}) = 0.1359$$

$$\Delta \alpha = 314.86 - 330.64 = 15.78 \text{ Kcal/mol gr.}$$

$$\sum \Delta \beta_r = 3(3.727 \times 10^{-2}) = 11.18 \times 10^{-2}$$

$$\Delta \beta = 13.59 \times 10^{-2} - 11.18 \times 10^{-2} = 2.4 \times 10^{-2}$$

Siendo : $\Delta H_{r25} = -197,320 \text{ Kcal/ en base de los Kmol}$

Reemplazando valores en la ecuación se obtiene

$$\Delta H_{r90} = \Delta H_{r25} + \Delta \alpha T + \frac{\beta T^2}{2} \quad (3)$$

$$\Delta H_{r90} = -197,320 + (-15.78)(298) + \frac{(2.4 \times 10^{-2})(298)^2}{2}$$

$$\Delta H_{r90} = -200,957 \text{ Kcal/2Kmol de ulexita}$$

En forma similar se calcula para la reacción secundaria.

Reacción secundaria

$$\sum \Delta \alpha_p = 1(32.80) + 2(6.497) = 45.78$$

$$\sum \Delta \alpha_r = 2(10.79) + 1(23.80) = 45.38$$

$$\Delta \alpha = 45.79 - 45.38 = 0.41 \text{ Kcal/2Kmol Ulexita.}$$

$$\sum \Delta \beta_p = 2(-2 \times 10^{-4}) = -4 \times 10^{-4}$$

$$\sum \Delta \beta_r = 2(4.2 \times 10^{-3}) + 1(3.727 \times 10^{-2}) = 0.04567$$

$$\Delta \beta = -4 \times 10^{-4} - 0.04567 = -0.046$$

Siendo:

$$\Delta H_{r25} = +15.350 \text{ Kcal (en base a los Kmól)}$$

$$\Delta H_{r90} = +15,350 + 0.41(298) + \frac{(-0.046)(298)^2}{2}$$

$$\Delta H_{r90} = 13,430 \text{ Kcal/2 Kmól de Ulexita.}$$

Calor que ingresa en la masa reaccionante.

Base: Tiempo de carga = 2 horas

a.- Ulexita

Temperatura de entrada $T_1 = 20^\circ\text{C}$

$$C_p = 32.77 \times 10^{-2} + 1.424 \times 10^{-5} T \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{K}$$

(para la ulexita) (4)

Temperatura de reacción $T_2 = 90^\circ\text{C}$.

La masa de ulexita que ingresa al reactor =
941 Kg/ carga.

$$Q = m \int_{T_1}^{T_2} C_p dt = -941 \int_{T_1}^{T_2} (32.77 \times 10^{-2} + 1.424 \times 10^{-5} T) dt$$

$$Q = -941 \left[32.77 \times 10^{-2} T + \frac{1.424 \times 10^{-5}}{2} T^2 \right]_{t_1=20^\circ\text{C}}^{t_2=90^\circ\text{C}}$$

$$Q = -941 \left[32.77 \times 10^{-2} (90 - 20) + 1.424 \times 10^{-5} (90^2 - 20^2) \right]$$

$$Q = -941(22.99)$$

$$Q = -21,634 \text{ Kcal/ carga.} = -10,817 \text{ Kcal/hr}$$

b.- Solución de H_2SO_4

Estableciendo la relación de la cantidad de agua que ingresa con el ácido sulfúrico se tiene:

$$\underline{180.69 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}} = 59.05 \text{ mol } \text{H}_2\text{O/ mol } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$3.06 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$Q = (C_p H_2O \text{ mol } H_2O + C_p \text{ mol } H_2SO_4) T$$

Por las capacidades caloríficas molares parciales serán :

$$Q = \int_{T_1=20^\circ C}^{T_2=90^\circ C} (7.256 + 2.298 \times 10^{-3} T) \times 180.69 +$$

$$(23.8 + 3.727 \times 10^{-2}) \times 3.06 \text{ dt.}$$

$$Q = T (138.392 + 5.29 \times 10^{-1}) \text{ dt}$$

$$Q = 13383.92T + \frac{0.529T^2}{2} \Big]_{20}^{90}$$

$$Q = +98,911 \text{ kcal/carga}$$

$$Q = -49,455 \text{ kcal/hr}$$

c.-Teniendo en cuenta los calores de disolución de los reactantes y productos se tiene lo siguiente:

$$\Delta H_{\text{disolt}} = \sum \Delta H_{\text{disolp}} - \sum \Delta H_{\text{disolr}}$$

El calor de disolución para los productos:

$$\Delta H_{\text{disolp}} = 9.80(-5,400) + 1.12(280) + 2.51(5,600) + 2.28(-17,690)$$

$$\Delta H_{\text{disolp}} = 44,759 \text{ Kcal/carga.}$$

El calor de disolución de los reactantes:

$$\Delta H_{\text{disolr}} = 1.12(-10,810) + 3.06(-17603.4) + 0.29(-1164)$$

$$\Delta H_{\text{disolr}} = -66,311 \text{ kcal/carga.}$$

El calor de disolución total será:

$$\Delta H_{\text{disol}} = -44,750 - (-66,311) = 21,561 \text{ kcal/carga.}$$

El balance de calor en el reactor se puede establecer por la siguiente reacción.

Calor que entra = calor que sale.

$$\left[\begin{array}{l} \text{Calor que entra} \\ \text{en la masa reac-} \\ \text{cionante.} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Calor por reac-} \\ \text{ción.} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Calor por} \\ \text{disolución.} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Calor en la} \\ \text{masa que a-} \\ \text{bandona el} \\ \text{reactor.} \end{array} \right]$$

$$+ \left[\begin{array}{l} \text{Calor intercambiado en} \\ \text{el exterior} \end{array} \right]$$

Se toma como temperatura de referencia la temperatura de reacción de 90°C y a la cual la mezcla abandona el reactor de este modo se anula el aumento térmico de la ecuación ya que $dt=0$.

1.- Calor que ingresa en la masa reaccionante

Mineral ulexita : $Q = -21,634$ kcal/carga.

Solución H_2SO_4 : $Q = -98,911$ Kcal/carga).

El calor total que ingresa en los reactantes es:

$$Q_t = -21,634 - 98.911$$

$$Q_t = -120,545 \text{ Kcal/carga.}$$

Como las reacciones se efectúan en solución o medio acuoso el calor de la reacción real se halla considerando los calores por disolución. Es decir:

$$\Delta H_{\text{disolt}} = \Delta H_{\text{disol}_p} - \Delta H_{\text{disol}_r}$$

El calor de disolución total, por disolución de los reactantes y productos.

$$\Delta H_{\text{disolt}} = + 21,561 \text{ Kcal/cargo.}$$

Por lo tanto el calor real en medio acuoso será:

$$\Delta H_r = \Delta H_r^{90} \text{ total} + \Delta H_{\text{disolt}}$$

$$= -187,257 + 21,561$$

$$= -165,696 \text{ Kcal/cargo.}$$

$$Q = -120,545, - 187,257 + 21,561$$

$$Q * \text{ Calor intercambiado} = -286,241 \text{ Kcal/carga.}$$

Se debe observar que el calor de reacción real, lo mismo que el calor de disolución aparecen con signo negativo -

Mineral Ulexita 941 Kg.

Ulexita	810.20 Kg
H ₂ O	39.99 Kg
CaSO ₄ ·2H ₂ O	32.18 Kg
SiO ₂	30.96 "
MgO	2.45 "
NaCl	16.94 "
Fe ₂ O ₃	8.28 "

H ₂ SO ₄ 98 %	329.88 Kg
H ₂ O	6.73 "
Total	336.61 Kg

H ₃ BO ₃	605.84 Kg
H ₂ O	2454.29 "
Fe ₂ O ₃	0.001 "
SiO ₂	0.124 "
MgO	0.001 "
H ₂ SO ₄	6.604 "
HCl	10.36 "
Na ₂ SO ₄	159.31 "
MgSO ₄	7.17 "
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30 "
CaSO ₄	0.55 "
NaCl	0.34 "

H₂O de proceso
1961.20 Kg

H₂O de lavado
410.12 Kg

Solucion Filtrada
3264.89 Kg.

Vapor Condensado
354.02 Kg.

Compuestos que no reaccionan

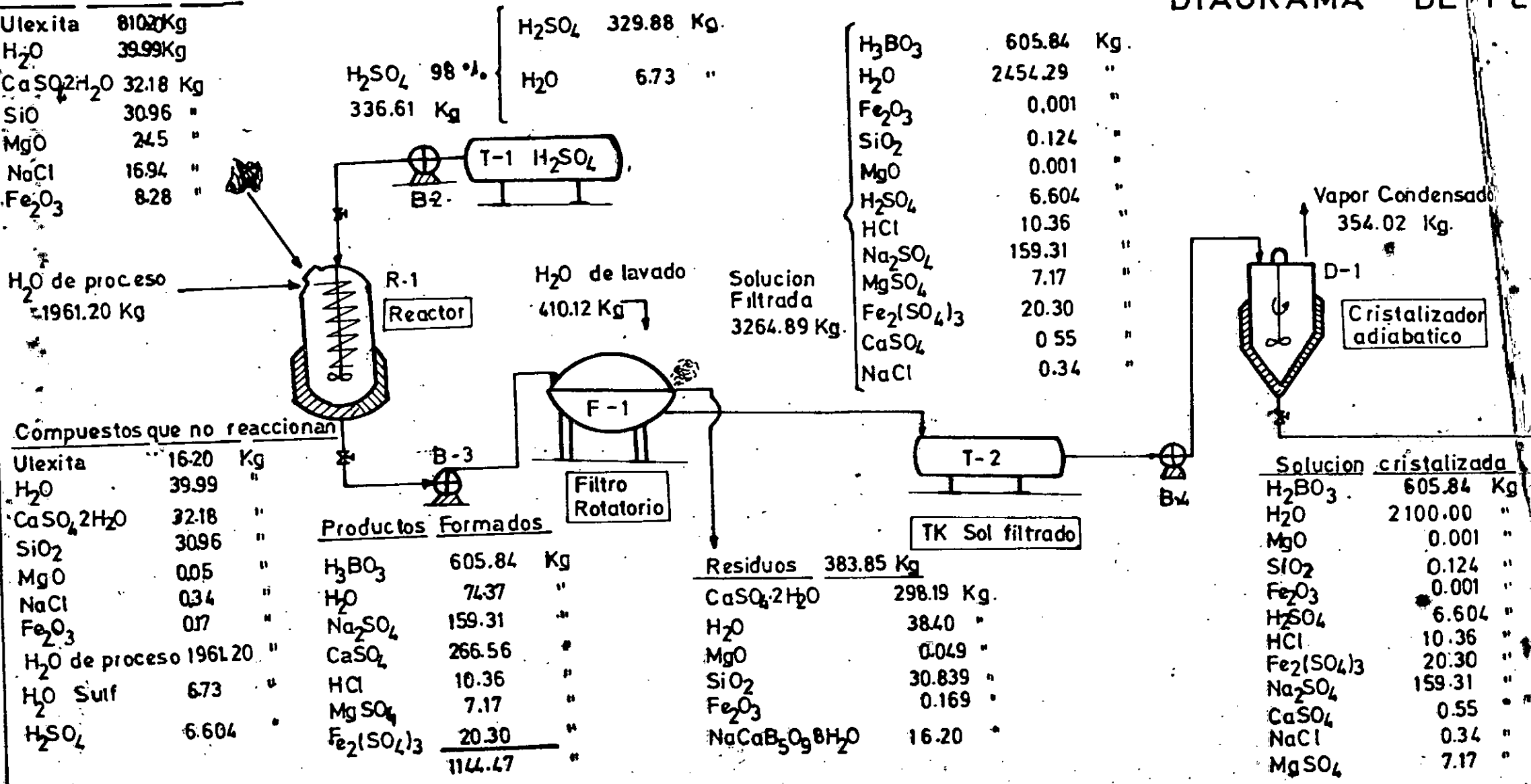
Ulexita	16.20 Kg
H ₂ O	39.99 "
CaSO ₄ ·2H ₂ O	32.18 "
SiO ₂	30.96 "
MgO	0.05 "
NaCl	0.34 "
Fe ₂ O ₃	0.17 "
H ₂ O de proceso	1961.20 "
H ₂ O Sulf	6.73 "
H ₂ SO ₄	6.604 "

Productos Formados

H ₃ BO ₃	605.84 Kg
H ₂ O	74.37 "
Na ₂ SO ₄	159.31 "
CaSO ₄	266.56 "
HCl	10.36 "
MgSO ₄	7.17 "
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30 "
Total	1144.47 "

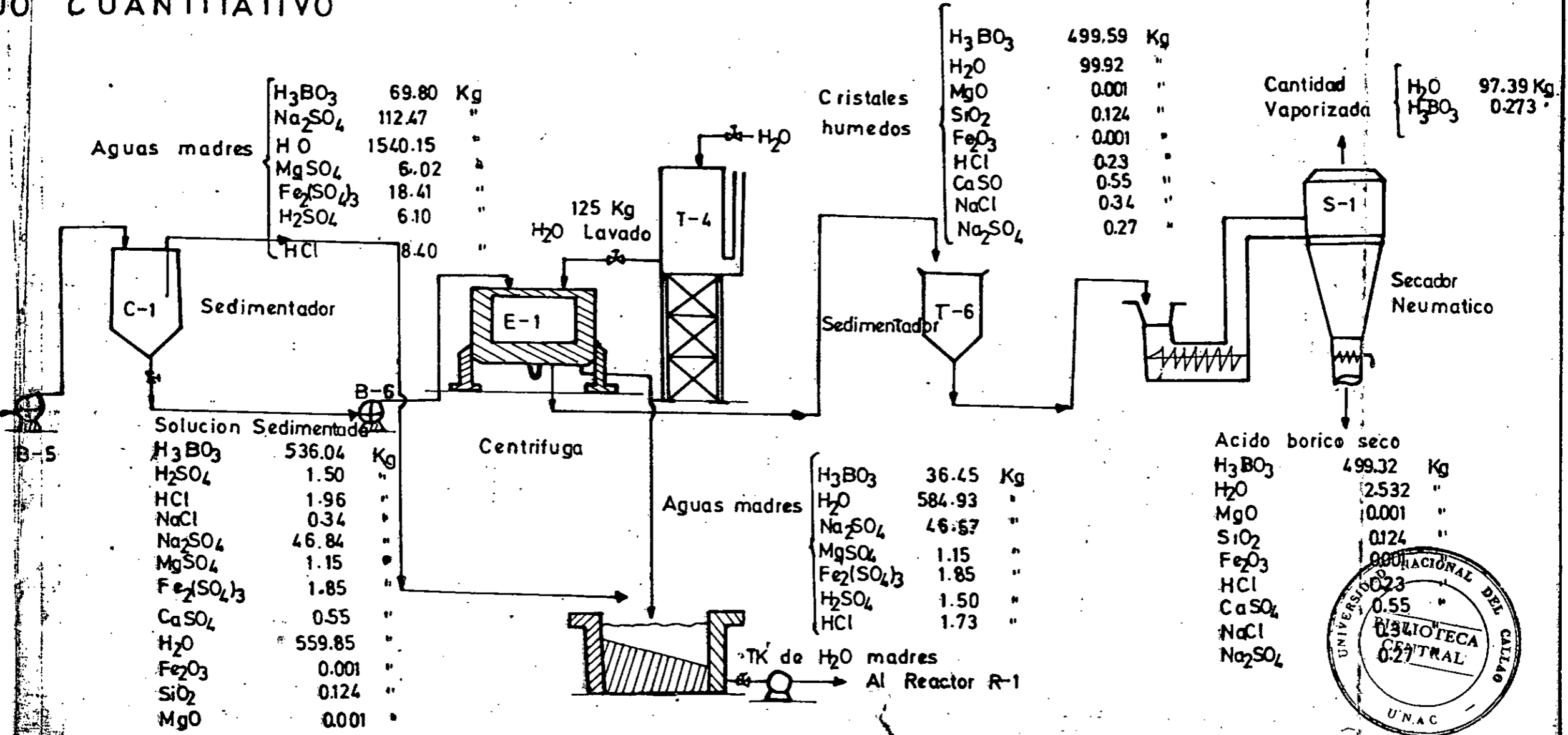
Residuos 383.85 Kg	
CaSO ₄ ·2H ₂ O	298.19 Kg.
H ₂ O	38.40 "
MgO	0.049 "
SiO ₂	30.839 "
Fe ₂ O ₃	0.169 "
NaCaB ₅ O ₉ ·8H ₂ O	16.20 "

DIAGRAMA DE FL



Solucion cristalizada	
H ₃ BO ₃	605.84 Kg
H ₂ O	2100.00 "
MgO	0.001 "
SiO ₂	0.124 "
Fe ₂ O ₃	0.001 "
H ₂ SO ₄	6.604 "
HCl	10.36 "
Fe ₂ (SO ₄) ₃	20.30 "
Na ₂ SO ₄	159.31 "
CaSO ₄	0.55 "
NaCl	0.34 "
MgSO ₄	7.17 "

UJO CUANTITATIVO



Aguas madres

H ₃ BO ₃	69.80	Kg
Na ₂ SO ₄	112.47	"
H ₂ O	1540.15	"
MgSO ₄	6.02	"
Fe ₂ (SO ₄) ₃	18.41	"
H ₂ SO ₄	6.10	"
HCl	8.40	"

Solucion Sedimentada

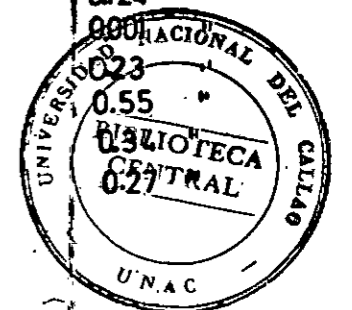
H ₃ BO ₃	536.04	Kg
H ₂ SO ₄	1.50	"
HCl	1.96	"
NaCl	0.34	"
Na ₂ SO ₄	46.84	"
MgSO ₄	1.15	"
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1.85	"
CaSO ₄	0.55	"
H ₂ O	559.85	"
Fe ₂ O ₃	0.001	"
SiO ₂	0.124	"
MgO	0.001	"

Cristales humedos

H ₃ BO ₃	499.59	Kg
H ₂ O	99.92	"
MgO	0.001	"
SiO ₂	0.124	"
Fe ₂ O ₃	0.001	"
HCl	0.23	"
CaSO ₄	0.55	"
NaCl	0.34	"
Na ₂ SO ₄	0.27	"

Acido bórico seco

H ₃ BO ₃	499.32	Kg
H ₂ O	2.532	"
MgO	0.001	"
SiO ₂	0.124	"
Fe ₂ O ₃	0.001	"
HCl	0.23	"
CaSO ₄	0.55	"
NaCl	0.34	"
Na ₂ SO ₄	0.27	"





vo porque representan procesos térmicos; pero en la ecuación general del balance de calor con el signo positivo ya que ese calor es absorbido por el sistema.

5.2.4.e.-Especificaciones de Equipos y Maquinarias

En el presente Item, se describen las unidades -- del equipo, así como las especificaciones que se emplean en el proceso y los métodos de diseño que se usan.

1) Diseño del Reactor (c-1)

El reactor debe tener una capacidad, para contener los reaccionantes (ulexita y ácido sulfúrico), más la cantidad de agua necesaria para disolver la ulexita.

El reactor será un tanque vertical, dotado de - un serpentín y agitador, debe ser de material - resistente a la acción del ácido sulfúrico, para encontrarse éste en contacto directo con las paredes del reactor.

La temperatura interior del reactor será de 90°C lo cual se conseguirá calentando el reactor por medio del serpentín y de una chaqueta.

Base : 7427 lb de solución de H_3BO_3 por carga ó 941 kg ulexita.

g.e.= 1.14 (soln H_3BO_3 a 90°C)

$$\text{Volumen del } H_3BO_3 = \frac{7427 \text{ lb} \times 7.481 \text{ gal ft}^{-3}}{1.14 \times 62.4 \text{ lb ft}^{-3}}$$

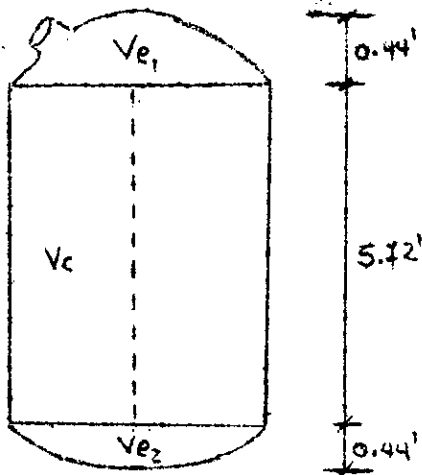
1 turno : 2 cargas.

Volumen del H_3BO_3 = 781 gal

El tanque se ha considerado un tanque cerrado y lleno, de fondo elipsoidal, siendo un tanque en forma compuesta es decir una combinación de un cilindro y un elipsoide.

Se ha escogido un factor de $H/D = 1.0$

El volumen a tratar es de : 781 gal.



$$V_c = 3.1416 D^2 h \quad (1)$$

V_c = volumen del cilindro.

Volumen del elipsoide : $V_{e1} = V_{e2} = 4.1888 \text{ abc}$.

Pero $a = b$ por ser un círculo.

$$V_{e1} = V_{e2} = 4.1888 a^2 c \quad (2)$$

Sateci sugiere un ángulo de 10°

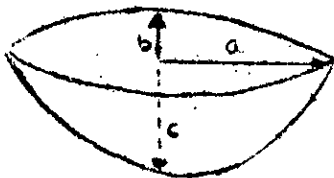
$$c = a \text{ Tang } 10^\circ$$

$$c = 0.176 a$$

Entonces : $a=r$: Luego $c=0.44\text{ft} = 5^{1/4}$ "

$$V_{e1} = V_{e2} = 4.1888 (0.176) a^3$$

$$V_{e1} = V_{e2} = 0.74r^3 \dots\dots\dots (3)$$



De donde:

V_t = volumen total.

V_c = volumen del cilindro.

V_e = volumen del elipsoide.

El volumen del cilindro se calcula de la siguiente ecuación:

$$V_t - V_e = V_c$$

Se ha calculado el volumen total del cilindro considerando un exceso para el correspondiente diámetro. Es decir:

V_t = volumen a tratar + volumen de exceso.

<u>PROCESO DE SELECCION DEL REACTOR</u>	(a)			
<u>Pruebas</u>	1	2	3	4
Diámetros asumidos (pies)	7	6	5.5.	5
V_e (gal)	237	149	115	87
Exceso que representa				
1 pie de altura por gal	288	212	179	147
V_t (gal)	1069	1000	960	928
V_c (gal)	832	851	845	841
H (pie)	2.89	4.02	4.72	5.72
H/D	0.41	0.67	0.86	1.14

Conclusión : La prueba N^o 4 es la más recomendable dado que es la relación más próxima a 1.0

Material : El material que debe ser construido el reactor será de acero inoxidable 304-B que es resistente a la corrosión, calor y abrasión.

La composición química esencial en o/o en peso es: 18-20 Cr; 8-11 Ni; 0.08 máx C; 2 máx Mn, resto de Fe.

Soldadura: La soldadura que debe unir a las partes del reactor

Debe estar unido con soldadura Univers .clase E
-7016 color del revestimiento gris claro.

Fuente.-

Catálogo 1980 de electrodos Oerlikon.

El espesor del material será de 1/8".

El reactor estará fabricado de 2 partes:

- La parte superior que se sacará fácilmente -
para hacer su mantenimiento de dicho elemento.

El reactor será cubierto de fibra de vidrio pa-
ra evitar pérdidas de calor y conseguir que la
disipación de calor sea perfecta.

Accesorios del Reactor:

El reactor estará dotado de las siguientes par-
tes:

- Una tapa de entrada .= que servirá para ali-
mentar al reactor de ulexita.

- Empaquetadura de asb o de \varnothing 1/8".

- 32 pernos \varnothing 5/16x9/16" de longitud distan-
cia de perno a perno es de 6".

- Un termómetro.

- Un manómetro.

- Un agitador, serpentín, válvulas respectivas
para el vapor, ácido, sulfúrico, agua.

- Trampas de vapor.

2.- DIMENSIONAMIENTO DEL AGITADOR DEL REACTOR

De acuerdo a las recomendaciones de Perry se ha escogido los agitadores de turbina, ya que estos consumen poca energía y es mejor tipo para disoluciones continuas por la velocidad y la perfección de su trabajo.

Tenemos las siguientes características:

Diámetro del tanque/diámetro del rodete: $D_t/D_i = 3.0$

Espacio libre en el fondo : $Y/D_t = 1/5 \text{ a } 1/2.$

Diámetro del tanque

Ancho (rodete) : $W/D_i = 1/4$

Diámetro

Profundidad/Diámetro : $H/D = 1.0$

<u>Cálculos</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Dimensión en mts.</u>
Diámetro del tanque	$D_t = 5'$	1.52
Diámetro del rodete	$D_t/D_i = 3.0$	0.51
Ancho de la paleta	$W/D_i = 0.25$	0.13
Altura del nivel del líquido	$Z_e/D_i = 3.00$	1.52
Altura en que se encuentra el rodete.	$Z_i/D_i = 0.50$	0.26
Longitud del agitador		1.75
Diámetro de la paleta	$\phi \text{ 3" SCH}_4\text{O.}$	

Calculando la potencia para el agitador:

Viscosidad de la solución : $\mu = 1.18 \text{ cp} = 1.194 \times 10^{-4}$
Kg/m.seg.

Gravedad específica : g.e = 1.14

Densidad ρ : 1140 Kg /m³.

Velocidad : n = 3.0 r.p.s.

Aceleración de la gravedad : g = 9.81 m/seg².

El número de Reynolds será : $N_{re} = D_1^2 n \rho / \mu$ reemplazando datos:

$$N_{re} = 7.45 \times 10^6 \quad (c)$$

El número de Froude será : $N_{fr} = D_1 n^2 / g$ reemplazando datos:

$$N_{fr} = 0.47$$

Del N_{fr} y N_{re} se encuentran los siguientes factores:

$$a = 1.7. : b = 18 \text{ y } \phi = 1.0$$

Entonces : $m = a - \log N_{re} / b$ sustituyendo valores:

$$m = -0.29$$

La potencia del agitador se calculará a partir de la ecuación:

$$P = \phi N_{fr}^m D_1^5 n^3 / g_c \text{ sustituyendo los valores.}$$

$$P = 1.77 \text{ H.P.}$$

Se asumen una eficiencia de un 70%

La potencia del agitador será : $1.77 \text{ H.P.} / 0.7 = 2.53 \text{ H.P.}$

3.- DIMENSIONAMIENTO DEL SERPENTIN

En el libro de operaciones básicas de Ingeniería Química de Mc Cabe pag. 455 Tomo I establece que para calentar, o enfriar líquidos en tanques cilíndricos equipados de un sólo serpentín se da la siguiente expresión:

la siguiente expresión:

$$\frac{h_k D_t}{K} = 1.01 \left(\frac{D_i n \rho}{\mu} \right)^{0.62} \left(\frac{C_p \mu}{K} \right)^{0.33} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

h_k coeficiente de transmisión de calor de la superficie de calefacción, hacia el líquido, Kcal/m² hr°C.

D_i = Diámetro del agitador en metros.

D_t = Diámetro del tanque en metros.

K = Conductividad calorífica del líquido en Kcal/mhr°C.

n = Velocidad del agitador en r.p.h.

ρ = Densidad del líquido en Kg/m³.

μ = Viscosidad del líquido a su temperatura global Kg/mhr.

μ_w = Viscosidad del líquido a la temperatura de la pared del serpentín.

C_p = Calor específico del líquido, Kcal/Kg. °C.

CALCULOS

D_t = 1.52 mts.

D_i = 0.51 mts.

n = 10,800 r.p.h.

μ = 1.18 cp = 4.23 Kg/mhr.

C_{psol} = 0.28 cal/gr °C

ρ = 1140 Kg/m³.

K = 0.48 Kcal/hrm °C.

$$\left(\frac{D_i n \rho}{\mu} \right)^{0.62} = 4416.31 \quad \dots \quad (a)$$

$$\left(\frac{C_p \mu}{K} \right)^{0.33} = 1.35 \quad \dots \quad (b)$$

$$\left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} = 1.0 \quad \dots \quad (c)$$

Reemplazando (a), (b) y (c) en la ecuación general.

$$h_k D_t / k = 6021.64 ;$$
$$h_k = 1901.57 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hr}^\circ\text{C} \dots\dots\dots (5)$$

Según Donald Kern en su libro de Procesos con transferencia de calor el coeficiente de película por el lado del serpentín puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{h_i D_i}{K} = 0.023 \left(\frac{D_i G}{\mu} \right)^{0.8} \cdot (C_p u / K)^{0.4} (1 + 3.5 D_i / d_c)$$

D_i = diámetro interno del tubo

d_c = diámetro del serpentín.

G = flujo másico del agua.

μ = Viscosidad del agua.

C_p = Calor específico del agua.

K = conductividad térmica del agua.

Puesto que el agua ingresa al serpentín a 140°C y sale a 110°C , entonces la temperatura media del agua será igual a:

$$(140 + 110) / 2 = 125 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Las propiedades del agua a 25°C son:

$$U = 0.18 \text{ cp} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ Kg/mhr}$$

$$P = 0.96 \text{ Kg/m}^3 = 960 \text{ Kg/m}^3.$$

$$C_p = 0.25 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}.$$

$$K = 0.59 \text{ Kcal/hrm}^\circ\text{C}.$$

$$D_i = 0.0348 \text{ m } (1\frac{1}{2} \text{ "})$$

Para los tubos de condensadores de intercambiadores del Perry.

$$G = 3406 \text{ Kg/hr}.$$

CALCULOS

$$(D_i G/\mu)^{0.8} = 45169.07 \dots\dots\dots (d)$$

$$(C_p \mu/k)^{0.4} = 0.023 \dots\dots\dots (e)$$

$$(1+3.5 D_i/d_c) = 1 + 3.5 (8.0348/1.397) = 1.09 \dots\dots (f)$$

Reemplazando los valores de (d), (e), (f) en la ecuación general:

$$h_i D_i/\mu = 0.023 (45169.07)^{0.2} (0.023) (1.09) = 26.044937$$

$$h_i = 441.57 \text{ Kcal/hrm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El coeficiente global de transmisión de calor se calcula de la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_k (D_i/D_o)} + \frac{2.3D_o}{2K_m} \log \left(\frac{D_o}{D_i} \right) + \frac{1}{h_i}$$

K_m = conductividad térmica del acero = 39 Kcal/hrm²°C.

$$D_i = 0.0348 \text{ mts.}$$

$$D_o = 0.0381 \text{ mts}$$

Reemplazando los valores resulta : $U = 796 \text{ Kcal/hrm}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \dots\dots (8)$

Calculando el área de transferencia:

$$Q = UAAT \dots\dots\dots (9)$$

$$Q = -280,954 \text{ Kcal/2hr}$$

$$\frac{280,954 \text{ kcal}}{2 \text{ hr}} = 796 \text{ kcal/hrm}^2 \text{ } ^\circ\text{C AT (140 - 110) } ^\circ\text{C}$$

$$AT = 5.88 \text{ m}^2$$

El serpentín tendrá un diámetro exterior de 1 1/2"

$$D_o = 38.1 \text{ mm diámetro exterior.}$$

$$D_i = 34.80 \text{ mm diámetro interior.}$$

Pared : B.W.G. # 16 espesor de la pared 1.65 mm.

Superficie : $0.1093 \text{ m}^2 / \text{m}$.

Capacidad : 3406 Kg/hr de agua.

Peso : 1.62 Kg/hr de agua.

Material : acero.

Longitud del serpentín : $L = 5.88 \text{ m}^2 / (0.1093 \text{ m}^2 / \text{m}) = 53.80 \text{ m}$.

Longitud de la tubería por vuelta: $3.1416 D = 3.1416 (1.40 \text{ m})$
 $= 4.40 \text{ m/vuelta}$.

Diámetro del serpentín : $D_c = D_t - \text{espacio libre de cada lado}$.

Espacio libre de un lado es de : $2\frac{1}{2}''$.

$D_c 60'' - 5'' = 55'' = 1.40 \text{ mts}$.

Número de vueltas: $53.80 \text{ m} / 4.40 \text{ m/vuelta} = 12.23 \text{ vueltas} =$
 13 vueltas .

El volumen que ocupará la solución de ácido bórico en el reactor es de $833 \text{ gal} = 111.35 \text{ pies}^3 = 1.73 \text{ mts}^3$.

El volumen del recipiente : $V = 3.1416 D^2 h / 4$ pero $D_t = 5'$

La altura que ocupará el serpentín en el reactor:

$h - 5.67 \text{ pie} = 1.73 \text{ mts}$.

La distancia entre vuelta y vuelta será: $1.73 \text{ m} / 13 \text{ vueltas}$
 $= 13.31 \text{ cm}$.

4.-DISEÑO DEL TANQUE DE ACIDO SULFURICO CONCENTRADO (T-1)

Servicio : Almacenamiento de ácido para 2 semanas de proceso.

La cantidad de ácido sulfúrico que se utilizará

$(325 \text{ kg/carga}) (2 \text{ cargas/turno}) (1 \text{ turno}/8 \text{ horas}) = 78.75 \text{ kg/hr}$.

$(78.75 \text{ kg/hr}) (24 \text{ hr/día}) (12 \text{ días/semana}) = 22,680 \text{ kg}/2 \text{ semanas}$.

$$\frac{(22,680 \text{ kg/m}^3) (0.2642 \text{ gal})}{(1940 \text{ kg/m}^3) (10^{-3} \text{ m}^3)} = 3,257 \text{ gal.}$$

El tanque se ha considerado, un tanque cerrado y lleno de fondo recto, se ha escogido el factor H/D = 1.0 (ref diseño del reactor).

Proceso de selección del tanque:

Pruebas

Diámetros asumidos (pies)	1	2	3	4
Exceso que representa 1 pie	10	9	8.5	8
Altura es (gal)	588	476	426	376
V _c (gal)	3845	3733	3683	3633
H (pies)	6.54	7.84	8.65	9.66
H/D	0.65	0.87	1.02	1.21

Conclusión : El más recomendable es el tanque de la prueba #3 dado que cumple con la relación de H/D=1.0
 H = 8.65 pies.
 D = 8.50 pies.

5.- DISEÑO DE LA BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA DEL REACTOR
O DE LAS AGUAS MADRES (B-2)

Servicio : Bomba para la alimentación de agua al reactor,
 La bomba deberá alimentar al reactor 2,120 kg.
 de agua y/o aguas madres en 20 minutos.

Capacidad necesaria : 1680 G.P.H.

Caudal = 6.36 m³ /hr.

(6.36 m³ /hr) (35.31 pie³/m³) (7.481 gal/pie³) = 1680 G.P.H.

Temperatura de operación : 25°C.

Gravedad específica : 1.0

Viscosidad : 1.0 cp.

Diámetro de la tubería : $\phi = 1''$

material de la tubería : Fierro galvanizado.

$$AV^2/2g_c + AP/p + AZ g/g_c = - H_c - W$$

Donde : $AV \cong 0$ (de acuerdo a las condiciones del problema)

$$AP = 0$$

Calculando la potencia de la bomba se tiene:

$$AZ g/g_c = (Z_1)g/g_c = 12 \text{ lb}_f \text{-pie/lb}_m$$

H_c se calcula a partir de la ecuación: $H_c = f_d LV^2/D2g$.

Cálculo de la longitud equivalente de acuerdo al Flow-sheet

	TOTAL PIE
Tubería lineal : 1 + 1.5 + 295 + 12 + 2 + 0.5	312
Entrada ordinaria	1.5
2 válvulas de globo abiertas : 0.6	1.2
5 codos de 90° : 2.7 x 5	13.5
4 T estándar : 6.5 x 4	<u>24.0</u>
Total :	352.2 pies

Cálculo de la velocidad : $V = Q/A$

$$A = 5.45 \times 10^{-3} \text{ pie}^2$$

$$Q = 0.0624 \text{ pie}^3$$

$$V = 11.44 \text{ pie/seg.}$$

Cálculo del factor de fricción (f) en función de N_{re} y de la rugosidad relativa. (E/D).

$$R_e = DV_p/\mu = 8.85 \times 10^4$$

Del diagrama : Rugosidad relativa v/s diámetro.

$$E/D = 0.006 \text{ y } f_d = 0.0335$$

Reemplazando datos se halla H_c :

$$H_c = 287.73 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m$$

Entonces :

$$-w = 299.73 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Se asume una eficiencia de 70%

$$p = Wxm =$$

$$p = 1164.95 / 0.7 \times 550$$

$$p = 3.03 \text{ H.P.}$$

Se comprará una de potencia 3.0 H.P.

6. -DISEÑO DE LA BOMBA DE ALIMENTACION DE ACIDO SULFURICO AL REACTOR (T - 1)

Servicio : Una bomba para alimentar en forma discontinua á cido sulfúrico concentrado al reactor.

La alimentación será de 315 kg. de ácido sulfúrico en 3 minutos por cada carga.

La Capacidad Necesaria :

$$= 3.42 \text{ m}^3 / \text{hr.}$$

$$= 903.41 \text{ G.P.H.}$$

Densidad : $1840 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Viscosidad : $23 \text{ Cp} = 0.015 \text{ lb}_m/\text{pie-hr.}$

Diámetro de la tubería : $\varnothing = 1''$.

Material de la tubería : Acero standar catálogo 40.

La ecuación para el cálculo de la potencia :

$$\Delta V^2 / 2g_c + \Delta P / \rho + \Delta Z g / g_c = -H_c - w.$$

Donde : $\Delta V = 0$ (de acuerdo a las condiciones del problema).

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta Z g / g_c = (Z_2 - Z_1) g / g_c = 121 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Cálculo de la longitud equivalente : (de acuerdo al flow-sket.

Tubería lineal : 1 + 1 + 300++12+0.5 =	317.5	pies
Entrada ordinaria : d/D = 1/4	1.5	"
2 válvulas de globo abiertas : 1.45 x 2	2.9	"
5 codos de 90° : 4x5	20.0	"
1 T standar	4.0	"
Total :	339.7	pies

Cálculo de la velocidad : $Q = AV$

$$A = 5,45 \times 10^{-3}$$

$$Q = 0.034 \text{ pie}^3 / \text{seg.}$$

$$V = 6.24 \text{ pie/seg.}$$

$$Re = 3.98 \times 10^3.$$

$$B/D = 0.0018 \text{ y } f_d = 0.043.$$

$$H_c = 105.98 \text{ lb}_f \text{ -pie/lb}_m.$$

La potencia necesaria de la bomba será :

$$-W = H_c + \Delta Z \text{ g/g}_c.$$

$$-W = 117.98 \text{ lb}_f \text{ - pie/lb}_m.$$

Se asume una eficiencia de la bomba de un 70%

$$p = W \cdot \eta =$$

$$F = 454.23/0.7 \times 550$$

$$F. = 1.18 \text{ H.P.}$$

Se comprará una bomba de potencia igual a 1.5 H.P.

7. DISEÑO DEL TANQUE RECEPTOR DE LA SOLUCION FILTRADA (T=2)

Servicio : Almacenar la solución filtrada.

Capacidad : 3012.23 Kg.

Temperatura de Operación : 80°C.

Gravedad específica : 1.17.

Volumen necesario : 99.77 pie^3

Se asume un factor de seguridad o de protección de 20%.

Volumen total : $90.77 \times 1.20 = 108.93 \text{ pie}^3$.

Se escoge : $H/D = 1.5$

$V_t = 3.1416 HD^2/4 = 1.1781D^3$.

$D = 4.52 \text{ pies.}$

Entonces : $H = 1.5(4.52) = 6.78 \text{ pies.}$

Este tanque será instalado horizontalmente, protegido de fibra de vidrio para conservar el calor y evitar que el ácido bórico cristalice.

El material del tanque será de acero 304 -B.

8.-DISEÑO DE FILTRO POTATORIO (F-1)

Servicio : separar el CaSO_4 precipitado e insoluble de la solución de H_3BO_3 .

Porcentaje de sólidos : 10.75%.

Viscosidad de la solución : $\mu = 0.756 \text{ kg/m-hr.}$

Masa de suspensión : $M_{\text{susp}} = 3375.5 \text{ kg.}$

Masa de filtrado : $M_{\text{filt}} = 3384.52 \text{ kg.}$

Masa de la torta húmeda : 401.1 kg.

Masa de la torta seca : 360.99 kg.

Agua de lavado : 410.12 kg.

Densidad del filtrado : $\rho = 1.16 \text{ gr/cc.}$

Densidad del sólido : $\rho_s = 2.94 \text{ gr/cc.}$

Temperatura de la solución : $T = 80^\circ\text{C.}$

Selección del filtro : Oliver horizontal.

Dimensiones : diámetro : 0.915 mts.

longitud : 1.22 mts.

Area de filtración ; 1 m^2 .

Aparatos auxiliares:

Motor para girar el filtro : 0.054 H.P./m^3 de superficie filtrante.

Bomba de vacío de 406 mm de Hg.

La composición con peso del sólido es:

$S = 362.93/3375.50 = 0.1075 \text{ Kg de sólido/Kg de solución}$
 H_3BO_3 .

La relación de la torta húmeda a la torta seca es:

$M = 401.1/360.99 = 1.11 \text{ Kg de torta húmeda}$

Kg de torta seca

El peso de los sólidos de la torta seca por unidad de - volumen de filtrado se calcula de la siguiente ecuación:

$$W = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot m_s = 1.16(0.1075)/(1-1.11 \times 0.1075)$$

$W = 0.1416 \text{ kg de sólido/lt de filtrado.}$

Se asume una velocidad de filtrado de 50 litros/min.

y el tiempo de carga y descarga y limpieza del filtro se emplean 30 min.

El tiempo de filtración es de 1 1/2 hr.

El valor de K_1 se calcula a partir de la siguiente ecuación

$$\frac{dQ}{dv} = K_1 V + K_2 \text{ esto es para tortas incompresibles y}$$

filtración a presión constante resulta el volumen de filtrado.

$$V = 3384.52/1.16 = 2917.69 \text{ litros.}$$

$$1/50 = K_2 = k_1 V_e$$

Donde V_e = volumen de filtrado necesario.

Sustituyendo el valor de $K_1 V_e = 1/50$ resulta:

$$90 \text{ min} = K_1 (2) (2917.69)/2 + 2917.69/50$$

Y de aquí:

$$K_1 = 7.43 \times 10^{-6} \text{ min/lt}^2$$

$$K_1 = 7.43 \text{ hr/m}^6$$

Para calcular el área de filtración se halla de la ecuación siguiente:

$$K_1 = \mu W \alpha / A P_g A^2$$

La filtración se efectúa a la diferencia de presión de 2 atm, Asumiendo una resistencia específica de $\alpha = 4 \times 10^{10} \text{ m/kg}$.

$$A_2 = \mu W / A P_g K_1$$

$$A_2 = 3.63 \text{ m}^2$$

La velocidad final de la torta se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{d\theta}{dV} = K_1 V + K_2$$

Reemplazando valores resulta:

$$d\theta/dV = 7.43 \times 10^{-6} (1917.69) + 1/50$$

Y de aquí se obtiene:

$$dV/d\theta = 23.99 \text{ litros/min.}$$

El tiempo de lavado se calcula de la ecuación:

$$\theta_{\text{lav}} = V_{\text{lav}} (K_1 V_{\text{final}} + K_2)$$

$$\theta_{\text{lav}} = 410.12 (7.43 \times 10^{-6} \times 2917.69 + 1/50)$$

$$\theta_{\text{lav}} = 17.09 \text{ min.}$$

La capacidad de filtración se obtiene y se define por el cociente entre el volumen a filtrar y el tiempo total - del ciclo de filtración:

$$C = V/\theta \quad \text{ciclo}$$

El tiempo total del ciclo de filtración será la suma del tiempo de filtrado, del lavado y el necesario para la carga, descarga y limpieza del filtro.

$$\theta_{\text{ciclo}} = \theta_{\text{filtración}} + \theta_{\text{lavado}} + \theta_{\text{limpieza}} + \theta_{\text{carga y descarga.}}$$

Reemplazando los valores se obtiene:

$$C = 2917.69 / (90 + 17.09 + 30) = 21.28 \text{ litro/min.}$$

9. DISEÑO DE LA BOMBA DE ALIMENTACION AL FILTRO (B-3)

Servicio : Alimentador de la mezcla caliente procedente del reactor al filtro rotatorio.

La bomba deberá de alimentar al filtro 3376

Kg de mezcla al filtro rotatorio en 20 minutos.

Capacidad necesaria : 1173 G.P.H.

Temperatura de operación : 80°C.

Gravedad específica : 1.14.

Viscosidad : 1.18 $C_p = 1.194 \times 10^{-4}$ kg/m-seg.

Diámetro de la tubería : $\phi = 2"$

Material de la tubería : acero standar catálogo 40.

$$\Delta V^2 / 2g_c + \Delta P / \rho + \Delta Z_g / g_c = -H_c - W.$$

Donde : $\Delta V = 0$ (de acuerdo al problema)

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta Z_g / g_c = (Z_2 - Z_1) \quad g/g_c = 3.5 \text{ lb}_f - \text{pie} / \text{lb}_m$$

Calculando la longitud equivalente se tiene lo siguiente:

Tubería lineal :	77.0 pies
Entrada ordinaria :	8.0 "
2 válvulas de globo abiertas : 1. 5 x 2	3.0 "

4 codos de 90	: 5.5.x4	22.0	pies.
2 T standar	: 2 x 11	22.0	"
Total		:132.0	pies.

La ecuación de la velocidad es : $V = Q/A$

$$A = 0.022 \text{ pie}^2.$$

$$Q = 0.087 \text{ pie}^3/\text{seg.}$$

$$V = 3.96 \text{ pie/seg.}$$

Calculando el factor de fricción en función del N_{re} y de la rugosidad relativa (E/D).

$$R_e = 5.92 \times 10^4.$$

$$E/D = 0.00002 \text{ y } f_d = 0.0245.$$

Reemplazando valores para encontrar H_c :

$$H_c = 4.72 \text{ lb}_f = \text{pie/lb}_m.$$

Sustituyendo valores en la ecuación principal:

$$-W = H_c \quad Zg/gc.$$

$$-W = 8.22 \text{ lb}_f - \text{pie/lb}_m.$$

Asumiendo una bomba de eficiencia 70% se tiene:

$$p = W =$$

$$P = 50.88/0.7 \times 550.$$

$$P = 0.192 \text{ H.P.}$$

10. DISEÑO DE LA BOMBA DE ALIMENTACION AL CRISTALIZADOR (B-4)

Servicio : Bombear la solución filtrada al cristalizador.

Capacidad de bombeo.

$$Q = 15.45 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$Q = 4081 \text{ G.P.H.}$$

Temperatura de Operación : 80°C.

$$E/D = 0.0009 \text{ y } f_d = 0.0.227.$$

Calculando H_c :

$$H_c = 7.63 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Calculando la potencia de la bomba

$$- W = H_c + AZg/g_c.$$

$$- W = 22.63 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Asumiendo una potencia de la bomba con una eficiencia de 70%.

$$P = W \eta.$$

$$P = 119.61/0.7 \times 550$$

$$P = 0.30 \text{ H.P.}$$

Se comprará una bomba de potencia de 1/2 H.P.

11. DISEÑO DEL CRISTALIZADOR (C-1)

Servicio : Cristalizar la mayor parte del ácido bórico presente en la solución por enfriamiento y evaporación simultánea a 16°C.

Capacidad: Suficiente para retener la producción de la carga (2 horas), 3012.23 kg de solución filtrada por carga.

Temperatura de operación 80 °C

Gravedad Específica : 1.17.

Volumen : 90.77 pie³ . = 679 gal.

El cristalizador se ha considerado un tanque cerrado y lleno de fondo cónico, siendo un tanque en forma compuesta es decir una combinación de un cilindro y un cono.

Se ha escogido un factor $H/D = 1.0$.

Volumen a tratar: 679 gal.

V_{ci} = volumen del cilindro.

$$V_{ci} = 3.1416 D^2 h / 4 \dots\dots\dots (1)$$

V_{co} = volumen del cono.

$$V_{co} = 3.1416 D^2 H / 4 \dots\dots\dots (2)$$

$H = r \text{ tang } 30^\circ$ pero $r = 0.5D$.

Entonces : $H = 0.5D \text{ tang } 30^\circ$

$$H = 0.29 D \dots\dots\dots (3)$$

Reemplazando (3) en (2)

$$V_{co} = 0.30 D^3.$$

El volumen del cilindro será:

$$V_{ci} = V_t - V_{ce}.$$

Altura : $H = V_{ci} / \text{exceso}.$

PROCESO DE SELECCION DEL CRISTALIZADOR

Pruebas	1	2	3	4
Diámetros asumidos (pies)	6	5	4.5	4
V_{co} (gal)	485	281	205	144
Exceso que representa				
1 pie, altura gal	212	147	120	94
V_t (gal)	891	826	799	773
V_{ci} (gal)	406	545	599	629
H (pies)	1.92	3.71	4.95	6.69
H/D	0.32	0.74	1.10	1.67

Gravedad específica : 1.17

Viscosidad : 1.12 cp.

Diámetro de la tubería : $\phi = 2''$.

Material de la tubería: acero standar catálogo 40.

$$\Delta V^2 / 2g_c + \Delta P / \rho + \Delta Z g / g_c = -H_c - W.$$

Donde : $\Delta V = 0$ y $\Delta P = 0$

$$\Delta Zg/g_c = (Z_2 - L,) \quad g/g_c = (15-1)$$

$$\Delta Zg/g_c = 14 \text{ lb}_f\text{-pie/lb}_m.$$

Cálculo de las pérdidas por fricción : $H_c = f_d LV^2 / 2Dg_c$

La longitud equivalente será:

Tubería líneal : 5 + 30 + 15 + 3 + 1	54.0 pies.
Entrada borda :	3.0 "
2 válvulas de globo abiertas : 1.25 x 2	2.5 "
3 codos de 90 : 5.5. x 3	16.5 "
Total :	76.0 pies.

Cálculo de la velocidad : $V = Q/A$.

$$A = 0.022 \text{ pie}^2.$$

$$Q = 0.1515 \text{ pie}^3/\text{seg.}$$

$$V = 6.89 \text{ pie/seg.}$$

Cálculo del factor de fricción (f_d), en función del N_{re} y de la rugosidad relativa (E/D).

$$R_e = DV\rho/u.$$

$$R_e = 1.11 \times 10^5.$$

Conclusión : el tanque recomendable es el de la prueba N°3 dado que cumple con la relación más cercana a 1.0.

Diámetro : $\emptyset = 4.55$

Altura : $H = 4.9$

Cálculos :

$W_o = 605.84$ kgs. (masa de soluto en solución)

$W_o = 2413.03$ kgs (masa de solvente en la solución).

$C_p = 0.765$ kcal/kg C° (capacidad calorífica de la solución)

$q_c = 154.25$ kcal/kg. de H_3BO_3 cristalizado (calor de cristalización).

$T_1 = 80^\circ\text{C}$ (temperatura de alimentación de la solución).

$P_{\text{abs}} = 0.018 \text{ kg/cm}^2$ (presión de la cámara de vapor en el cristalizador).

$\Delta t = 4.8^\circ\text{C}$ es la elevación del punto de ebullición de la solución.

$T_a = 15.98^\circ\text{C}$ temperatura de ebullición del agua a la presión absoluta.

$T_e = 15.98 + 4.8 = 20.78^\circ\text{C}$ (temperatura de equilibrio de la solución en el cristalizador).

$\Delta T = T_1 - T_e = 80 - 20.78 = 59.22^\circ\text{C}$.

$S = 5.16 \text{ gr}$ de H_3BO_3 en 100 gr de agua (solubilidad del H_3BO_3 anhidro a 20.78°C).

$R = 1.0$ ya que el ácido no se hidrata.

$L_w = 604 \text{ kcal. kg}$ de solvente (calor latente de vaporización del solvente).

La cantidad de agua evaporada se calcula por la siguiente relación:

$$E = \frac{(W_o + H_o) C_p \Delta t (100 - S(R-1)) + c_{\text{v}} R (100W_o - SH_o)}{L_w (100 - S(R-1)) - c_{\text{v}} R S}$$

$$L_w (100 - S(R-1)) - c_{\text{v}} R S$$

$$(W_o + H_o) C_p (100 - S(R-1)) = 13'676,477 \text{ kcal.}$$

$$c_{\text{v}} R (100W_o - SH_o) = 7'424,479 \text{ kcal.}$$

$$L_w (100 - S(R-1)) = 60,400 \text{ kcal.}$$

$$c_{\text{v}} R S = (154.25)(5.16) = 795.93.$$

Reemplazando valores en la ecuación general se tiene:

$$E = 354.02 \text{ kg H}_2\text{O/hr.}$$

El rendimiento del cristalizador es:

$$C = R (100W_o - S(H_o - E)) / (100 - S(R-1))$$

C = 499.60 kg. de H_3BO_3 .

El balance de calor en el cristalizador se rige por la siguiente ecuación:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Calor desprendido al} \\ \text{enfriar la solución} \\ \text{hasta la temperatura} \\ \text{de equilibrio.} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Calor desprendido al} \\ \text{cristalizar el} \\ H_3BO_3. \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Calor de evapora-} \\ \text{ción de la solu-} \\ \text{ción.} \end{array} \right]$$

$$H_o C_p (T_{sal} - T_{equil}) W_o q_c = ELw$$

Reemplazando valores:

$$\begin{aligned} H_o C_p (T_{sal} - T_{equil}) &= 3018.87(80 - 20.78)(0.765) \\ &= 136,764.77 \text{ kcal/hr.} \end{aligned}$$

$$W_o q_c = (154.25)(499.60) = 77,063.30 \text{ kcal/hr.}$$

Realizando los cálculos se tiene:

$$136,764.77 - 77,063.30 = 354.02 \text{ Lw.}$$

$$Lw = 136,982.45 \text{ kcal/hr.}$$

12.- DISEÑO DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN DEL SEDIMENTADOR (B-5)

Servicio: Alimentar la mezcla de cristales y solución del cristalizador al alimentador.

Capacidad necesaria: Deberá de alimentar al cristalizador 3012 kg de magma en 15 minutos.

Volumen : $90,77 \text{ pie}^3 = 679 \text{ gal.}$

Caudal : 2716 G.P.H.
 $0.10 \text{ pie}^3 / \text{seg.}$

Temperatura de Operación : 20°C.

Gravedad Específica : 1.17

Viscosidad : 1.12c p.

Diámetro de la tubería : $\emptyset = 2''.$

Material de la tubería : acero standar catálogo (40.

$$\frac{\Delta V^2}{2g_c} + \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta Zg}{g_c} = -LW - W$$

Donde : $\Delta V = 0$ y $\Delta P = 0$

$$\frac{\Delta Zg}{g_c} = 8,5 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Cálculo de las pérdidas de fricción:

$$H_c = f_d \frac{LV^2}{2Dg_c}.$$

Longitud equivalente de acuerdo al flow - sheet.

Tubería lineal : 340+10 +2 +0.5	63.5 pies.
Entrada ordinaria :	1.5 "
2 válvulas de globo abiertas: 1.25 x 2	2.5 "
5 codos de 90° : 5.5x5	27.5 "
2 T standar : : 3.0x2	<u>6.0 "</u>
Total : 101. pies.	

Cálculo de la velocidad : $V = Q/A$.

$$Q = 0.10 \text{ pie}^3/\text{seg.} \quad A = 0.022 \text{ pie}^2$$

$$V = 4.55 \text{ pie}/\text{seg.}$$

Calculando el factor de fricción (f_d) en función del N_{re} y de la rugosidad relativa (E/D).

$$R_e = 7.35 \times 10^4.$$

$$E/D = 0.0009 \text{ y } f_d = 0.024.$$

Reemplazando valores en H_c :

$$H_c = 4.68 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Entonces:

$$-W = H_c * \Delta Zg/g_c.$$

$$-W = 22.68 \text{ lb}_f - \text{pie}/\text{lb}_m.$$

Se asume una eficiencia de la bomba de 70%

$$P = Wxm =$$

$$P = 238.52/0.7 \times 550$$

$$P = 0.43 \text{ H.P.}$$

Se comprará una bomba de 1/2 H.P.

13.- Diseño del Sedimentador

Servicio : Concentrar los cristales de H_3BO_3 para su posterior centrifugación, capacidad suficiente para retener la producción del turno (8 horas) 2 cargas.

Capacidad necesaria :

$$(3070.61\text{Kg/carga}) (2.2 \text{ lb/kg}) (2 \text{ cargas/turno}) = 13510.68 \text{ lb/turno.}$$

Temperatura de Operación : 20°C.

Gravedad Específica : 1.17.

Volumen Necesario = 138.43 gal.

Selección : sedimentador cilíndrico-cónico con una capacidad de 1384.43 gal = 1385 gal.

Volumen del Cilindro:

$$V_{ci} = 3.1416 D^2/4 \dots\dots\dots(1).$$

$$V_{co} = 3.1416 D^2b/3 \dots\dots\dots(2).$$

Pero : $H = r \text{ tang } 30^\circ$

$$r = 0.5D$$

$$h = 0.5D \text{ tang } 30^\circ$$

$$h = 0.25D \dots\dots\dots(3)$$

Reemplazando 3 en 2 :

$$V_{ce} = 3.1416 \times 0.25D^3/3$$

$$V_{ce} = 0.26D^3 \dots\dots\dots(4)$$

El volumen del cilindro se calculará:

$$V_{ci} = V_t - V_{ce}.$$

Altura : $V_{ci}/\text{exceso} = H$

Se ha escogido un factor $H/D=1.2.$

Proceso de aclaración del sedimentador

Pruebas	1	2	3	4
Diámetros asumidos (pies)	7	6	5.75	5.5.
Vco (gal)	667	420	370	324
Exceso que representa				
1 pie, altura gal	288	212	204	179
Vt (gal)	1673	1597	1589	1564
Vci (gal)	1006	1177	1219	1240
H (pies)	3.49	5.55	5.98	6.93
H/D	0.50	0.92	1.04	1.26

Conclusión : El más recomendable es el tanque de la prueba # 3 dado que cumple con la relación $H/D = 1.2$

Material : Se ha seleccionado como material el acero inoxidable 304 similar al material del reactor.

14.- DISEÑO DEL SECADOR NEUMÁTICO

El balance de calor se calcula de acuerdo a la ecuación que a continuación se presenta:

Calor cedido por sólido = calor cedido por el aire caliente.

Datos:

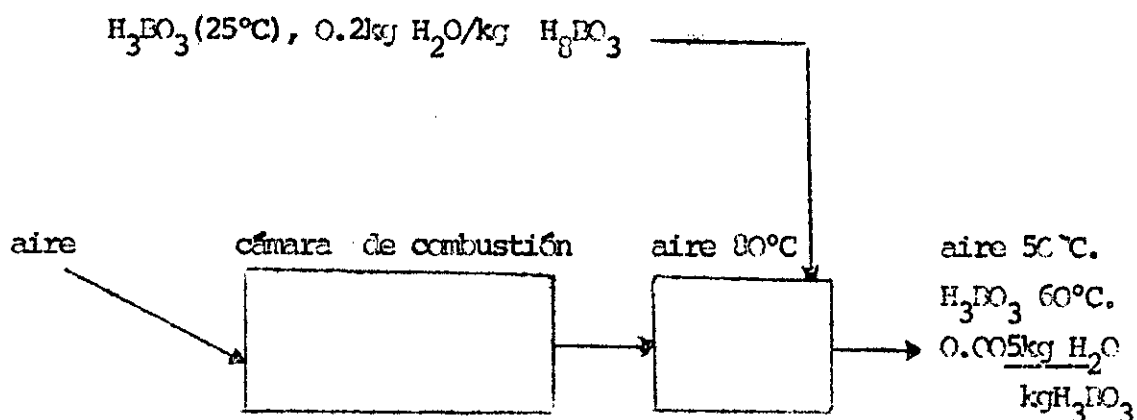
$$T_1 = 25^{\circ}\text{C.}$$

$$T_{\text{sec}} = 80^{\circ}\text{C.}$$

$$T_{\text{ambiente}} = 25^{\circ}\text{C.}$$

$$C_p_{\text{H}_3\text{BO}_3} = 0.343 \text{ kcal/Kg}^{\circ}\text{C} \text{ (calor específico de los cristales).}$$

$$C_p_{\text{imp}} = 0.474 \text{ kcal/Kg}^{\circ}\text{C} \text{ (calor específico de las impurezas).}$$



En la cámara de combustión.- Se toma aire del exterior a $25^\circ C$ con una humedad relativa de 90% y se calienta a $80^\circ C$.

Para el aire a $25^\circ C$ con $HR = 90\%$, la presión de vapor del agua en el aire es:

$$P_v / P_a = 0.9$$

Entonces : $P_v = (23.76) (0.9) = 21.384 \text{ mmHg}$

De acuerdo con la ecuación psicrométrica:

$$P_w - P_v = 0.5 (t - T_w) \quad \text{donde : } t_w = \text{temperatura húmeda}$$

P_w = presión del sólido húmedo.

$$P_w - 21.384 = 0.5 (80 - t_w)$$

Resolviendo la ecuación por tanteo : $t_w = 36^\circ C$

Además $P_w = 44.56 \text{ mmHg}$ (de las tablas de tensión de vapor del agua)

$$Y_w = 0.0386 \text{ kg de agua/kg de aire seco.}$$

La humedad del aire a la entrada del secador se calcula por:

$$Y_1 = 0.622 P_v / (760 - P_v)$$

$$Y_1 = 21.384 / (760 - 21.384) = 0.018 \text{ kg de agua/kg de aire seco.}$$

$$(W_2 - W_1) = \frac{G}{G_s} (Y_2 - Y_1)$$

$$(0.20 - 0.005) = 20(Y_2 - 0.018)$$

$$Y_2 = 0.028 \text{ kg de H}_2\text{O/kg de aire seco.}$$

2.- Balance de Materia

$$\text{H}_3\text{BO}_3 = 499.32 \text{ kg/hr.}$$

$$\text{Agua evaporada} : 99.92 - 2.532 = 97.388 \text{ kg/hr.}$$

El calor específico del aire será:

$$C_{\text{ent}} = 0.24 + 0.46 Y_1$$

$$C_{\text{ent}} = 0.24 + 0.46 (0.018) = 0.248$$

$$C_{\text{sal}} = 0.24 + 0.46 Y_2.$$

$$C_{\text{sal}} = 0.24 + 0.46 (0.028) = 0.253.$$

$$C_{\text{med}} = 0.25 \text{ (calor específico medio).}$$

3.- Balance Calorífico

$$C_{\text{PH}_3\text{BO}_3} = 0.348 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C.}$$

$$C_{\text{pimp}} = 0.474 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C.}$$

El calor necesario para calentar el ácido bórico es:

$$Q_1 = (C_{\text{PH}_3\text{BO}_3} \cdot M_{\text{PH}_3\text{BO}_3} + C_{\text{pimp}} \cdot M_{\text{pimp}}) (T_{\text{sec}} - T_{\text{crist}})$$

$$Q_1 = (0.348 \times 499.32 + 0.474 \times 5.06) (80 - 25)$$

$$Q_1 = 9689 \text{ kcal/hr.}$$

El calor necesario para evaporar el agua:

$$h = 557 \text{ kcal/kg (calor latente de evaporación del agua).}$$

$$Q_2 = m_{\text{H}_2\text{O}} h = (97.388) (557) = 54,245 \text{ kcal.}$$

La cantidad de calor será :

$$Q = Q_1 + Q_2 = 63,934 \text{ kcal.}$$

Asumiendo la pérdida de calor por radiación de 20%, el calor total a suministrarse será:

$$Q = 1.20 (63,934) = 76,721 \text{ kcal.}$$

El aire de secado entra al secador a 80°C con $T_w = 36^\circ\text{C}$ y abandona el mismo a 50°C .

La cantidad de aire necesario esta dado por:

$$W_c (T_2 - T_1) = Q$$

$$\text{Masa del aire} = W = 76,721 / 0.25 (80-50) = 10,229 \text{ kg/hr.}$$

$$(\text{Masa del aire/hr}) (\text{Masa del sólido/hr}) = G/G_s$$

Reemplazando los valores se tiene:

$$G/G_s = 20.49 \text{ kg de aire/kg H}_3\text{BO}_3$$

El volumen específico del aire de entrada es: $0.85 \text{ m}^3 / \text{kg}$.

El volumen de aire que se toma por segundo del exterior resulta:

$$V = 2.42 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Se asume un diámetro de conducto de $15'' = 0.38 \text{ mts}$.

Por lo tanto la velocidad másica del aire será:

$$G = 4W_c / D_c^2 = 4(10,229) / 3.1416 (0.38)^2$$

$$G = 90.194 \text{ kg/hm}^2.$$

El coeficiente de convección será:

$$h_c = 0.0175 G^{0.8} = 0.0175 (90,194)^{0.8}$$

$$h_c = 161,13 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

El tiempo necesario para secar una partícula esta dada por la ecuación:

$$\theta = \rho_s \epsilon x 3.1416 (D_p)^3 h (X_1 - X_2) / G_h A (A_t) m$$

Se asume una partícula sólida que pasa a través de un tamiz de malla N° 400.

$$\rho_s = 1650 \text{ kg/m}^3 \text{ (densidad del H}_3\text{BO}_3\text{)}.$$

$$D_p = 3.8 \times 10^{-5} \text{ (diámetro de la partícula)}$$

Reemplazando valores el tiempo de secado será:

$$\theta = 5.13 \times 10^{-4} \text{ hr.}$$

La longitud del conducto transportador lo da la ecuación:

$$L = \theta V$$

Reemplazando valores se obtiene: $v = 2134 \text{ m/seg.}$

El secador será un silo cónico, el cano de descarga puede estar construido de 35 a 45°, cuenta con una escalera cubre hombre y baranda de seguridad en el techo.

Cantidad de Combustible a Utilizarse:

El secador empleará petróleo diesel Nº 2 que se calculará a partir de la siguiente ecuación: $B = \frac{Q_h}{H_u n}$

Donde : B = flujo másico del petróleo.

Q_h = cantidad de calor.

H_u = calor latente del petróleo.

n = eficiencia.

Se asume una eficiencia de 75%, reemplazando valores en la ecuación se tiene:

$$B = (63,934 \text{Kcal}/2 \text{hr}) / (9800 \times 0.75 \text{ kcal/kg})$$

$$B = 8.70 \text{ kg/hr.}$$

El consumo de petróleo será de : 2.64 G.P.H.

La potencia del secador se calcula a partir de la ecuación

$$p = Q_h = 63,934 \text{ kcal} / 2 \text{hr}$$

$$p = 49.83 \text{ H.P.}$$

La potencia del secador será 50 H.P.

15. SELECCION DE LA CENTRIFUGA

Servicio.- Eliminar centrífugamente las aguas madres y agua de lavado de ácido bórico

Selección- Se ha seleccionado una centrífuga intermitente o por cargas, la canasta o taza debe ser perforada para que descargue el líquido a través de sus paredes.

La centrífuga tiene la función de un filtro centrifugo debe tener un medio filtrante (tela) para atrapar y retener los cristales de ácido bórico, mientras deja

pasar a su través aguas madres, y agua de lavado y los descarga - cuando el aparato gira a plena velocidad: la carga y la descarga se ejecutan cuando la taza esta parada.

En la operación de centrifugación se empleará regadera o una rociadora para lavar los cristales que tienen impurezas, esta operación de lavado se ejecuta cuando la taza está en plena velocidad la tobera de rociado se coloca en una posición tal que los chorros vayan dirigidos contra la pared interior de la torta.

Capacidad necesaria: 3070.61 kg/carga

Temperatura de operación : 20 °C

Gravedad específica : 1.17

El programa típico de trabajo de la centrifuga de canastas es el siguiente:

Carga	6.0 min
Aceleración	2.0 min.
Marcha a plena veloc.	5.0 min.
Parada (con freno)	2.0 min.
Descarga	10.0 min.

Las cargas en el reactor se llevan a cabo cada 2.1/2 hr. y las cargas de la centrifuga se llevan a cabo cada 25 minutos.

3070.61 kg/6 cargas = 511.77 kg./carga.

El volumen por carga

o volumen de la centrifuga

$$V = \frac{511.77 \text{ kg}}{\text{carga}} \times \frac{\text{Lt}}{1.17 \text{ kg}} = 436.90 \text{ Lt.}$$

La velocidad o gastos circulante:

$$\frac{436.90 \text{ kg}}{\text{carga}} \times 1 \frac{\text{carga}}{24 \text{ min}} = 18.20 \text{ kg/min.}$$

Diámetro de la centrifuga : 45" = 1.14 m.

Potencia : 11 c.v = 10.85 HP

De la formula $C.V = 1.243 \times 10^{-7} GR^2 (r.p.m.)^2$

G = gasto que circula kg/mín.

R = radio en m.

$$r.p.m = \sqrt{\frac{C.V}{1.243 \times 10^{-7} GR^2}}$$
$$r.p.m = 1934$$

La altura vertical de la centrifuga = 1m = 39.37 pulg.

16.- SELECCION DEL CALDERO

Se ha seleccionado un caldero de tipo pirotubular, automático que tendrá las siguientes características:

Controles automáticos

Presión de trabajo: 150 psig.

Combustible: Petróleo diesel Nº 2

Sistema : eléctrica 220 v - 60 ciclos trifásico

Eficiencia : 71.14%

Producción de vapor : 557/hr

Consumo de combustible : 15 G.P.H.

Potencia : 50 Hp.

Presión de lanzamiento de la llama 3.5. psig.

ACCESORIOS

Para que el servicio de las calderas calefacción sea satisfactorio, hay que detallarlas de los siguientes suplementos y accesorios.

1.1.- Orificio de llenado y vaciado.- En el punto mas bajo de la instalación hay que colocar un tubo de llenado y vaciado.

- 1.2- Termómetro de dilatación
- 1.3- Manómetros.
- 1.4- Indicador de tiro (Tirómetro).- Se deben de colocar en la ochimenea.
- 1.5- Regulador de combustión.
- 1.6- Nivel de agua, columna de tubo de vidrio pirex, 3 grifos de pruebas.
- 1.7.- Sistema de alarma.
- 1.8.- Válvula de seguridad.
- 1.9.- Dos válvulas de purga una de apertura rápida y lenta.
- 1.10 Válvula de salida del vapor.
- 1.11 Sistema automático de alimentación de agua.
- 1.12 Quemador de tipo forzado con motor eléctrico
- 1.13 Tablero de control, con llaves de operación de alta y baja arrancadores magnéticos, fusible y luces de señalización.
- 1.14 Sistema automático regulador de aire-combustible para llama alta y baja.
- 1.15 Revestimiento interior de ladrillo refractario, mirillas de observación.
- 1.16 Depósito para los desoxidantes.

CALCULOS

El reactor utilizará como medio calefactor vapor saturado las condiciones de 150 psig.

La cantidad de calor a utilizar el reactor: -286.241 Kcal
carga.

Calor por hora: 143,121 kcal/hr.

Se asume una pérdida de calor de 20%

El calor a emplearse: $(1.2) (143,121) = 171,745 \text{ kcal/hr.}$

$$Q_h = 171,745 \text{ kcal/hr.}$$

El caldero trabajará 300 días al año

El tiempo de utilización de la instalación del caldero:

$$B = 7200 \text{ hr.}$$

Cantidad anual de calor:

$$Q_a = b Q_h \dots\dots\dots 2$$

$$Q_a = (7200) (171,745) = 1.24 \times 10^6 \text{ kcal/a}$$

El rendimiento total del proceso: $N_a, N_k, N_v, N_r \dots\dots\dots 3$

N_k = rendimiento de la caldera : 0.78

N_v = rendimiento de la distribución : 0.96

N_r = rendimiento de la regulación : 0.95

$$N_T = (0.78) (0.96) (0.95) = 0.7114 \quad 71.14\%$$

Según la norma Din 51603 se utilizará petróleo diesel Nº 2 que tiene -
las características siguientes:

Punto de inflamación : 55°C.

Viscosidad máxima a 20°C : 17 cst

Contenido de agua no separable 0.3% en peso.

Poder calorífico inferior (Hu) mínimo 9800 kcal/kg.

Potencia calorífica alta : 10,822 kcal/kg

Composición % en peso del petróleo diesel Nº 2 .

C = 85% ; H_2 = 13% ; N_2 = 1% , S = 1% , H_2O = 0.3%

Aire necesario teórico L min: $11 \text{ m}^3/\text{kg. comb.}$

Volumen humos $V'' = 13.9 \text{ m}^3/\text{kg. comb.}$

Peso en kg/ millón de kcal : 9.2

Espacio en $\text{M}^3/\text{millón de kcal}$: 0.104

Densidad : 3.30 k/gl.

Cantidad anual de combustible

$$Ba = \frac{QA}{Hu N} = \dots\dots\dots 4$$

$$Ba = \frac{1.24 \times 10^9 +}{(9800)(0.7114)} = 177,368.56 \text{ Kg/año}$$

$$Ba = 53,748 \text{ gal/año} = 7.47 \text{ gal/hr.}$$

$$P = \frac{168,572 \text{ kcal}}{3600 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ HP}}{0.1782} = 262.77 \text{ HP.}$$

Cantidad de vapor saturado : 150 psig.

Entalpia H = 665.7 Kcal/Kg.

Volumen específico V = 0.146 cm³/kg.

$$C = \frac{Qh}{h} = \frac{168,572}{665.7} = 253.23 \text{ Kg/hr}$$

C = 1823.26 TM de vapor saturado al año.

Análisis del combustible base gravimétrico como es quemado

Composición, H₂ = 13%; C=85% ; O₂+N₂+S = 2.0%

Aire quemado necesario 14.3 Kg de aire

Kg. de comb.

Según el informe proporcionado por la Empresa Aditivos S.A. Ingenieros, basandose en la revista YORK-FACTORY serie 500 para una caldera automática tipo horizontal, con tubos de fuego, combustible: Petróleo diesel Nº 2 o más ligeros.

La caldera de la serie 500 son manufacturados con quemadores YORK Shipley de tiro forzado, incluye todo equipo de seguridad y controles que hacen una caldera compacta.

La unidad requiere para su arranque alimentación de agua petróleo y energía eléctrica.

Las especificaciones y dimensiones de Ingeniería.

Fuente : York Factori S.A. Serie 500.

Modelo : 3TF - 60²

Capacidad : 1725 lbs/hr.

Presión de trabajo : 125 psig.
Presión de diseño : 150 psig.
Superficie de calefacción 250 pie²
Consumo de combustible 15 G.P.H.
Potencia nominal : 50 HP
Calor transferido : 2'100,000 BTu /hr
Eficiencia : 30 %
Fondo 104"
Ancho 47"
Alto 50"
Peso lbsin H₂O : 4640

Seguridad y Protección contra incendios

Se instalará un grifo para evitar los incendios además se utilizarán 6 extinguidores de gas carbónico para prevenir incendios por causas eléctricas y serán ubicados en lugares claves.

Tallere de mantenimiento y reparación

Este taller estará provisto de equipo de soldadura autógena y eléctrica así como un taladro, esmeril, torno, cepillo, carpintería y albañilería.

Almacenamiento

Se necesitará almacenar :

Al producto acabado ácido bórico

ulexita

Acido Sulfúrico

Agua tratada y sin tratar

Bolsas de plástico sustancias ablandadoras de agua.

Combustible petróleo diesel Nº 2

a.- Agua trata de o sin tratar.- Será construido de concreto armado, tiempo de almacenamiento 2 semanas, factor de seguridad 20%

Agua Tratada.- 6,928 lt/día.

Capacidad (102 m³) ; 5x5x5 mts.

Agua sin tratar.- 21,258 lt/día

Capacidad (357 m³) : 8x8x6 mts.

b.- Bolsas de plástico y polietileno, sustancias

Ablandadores de agua

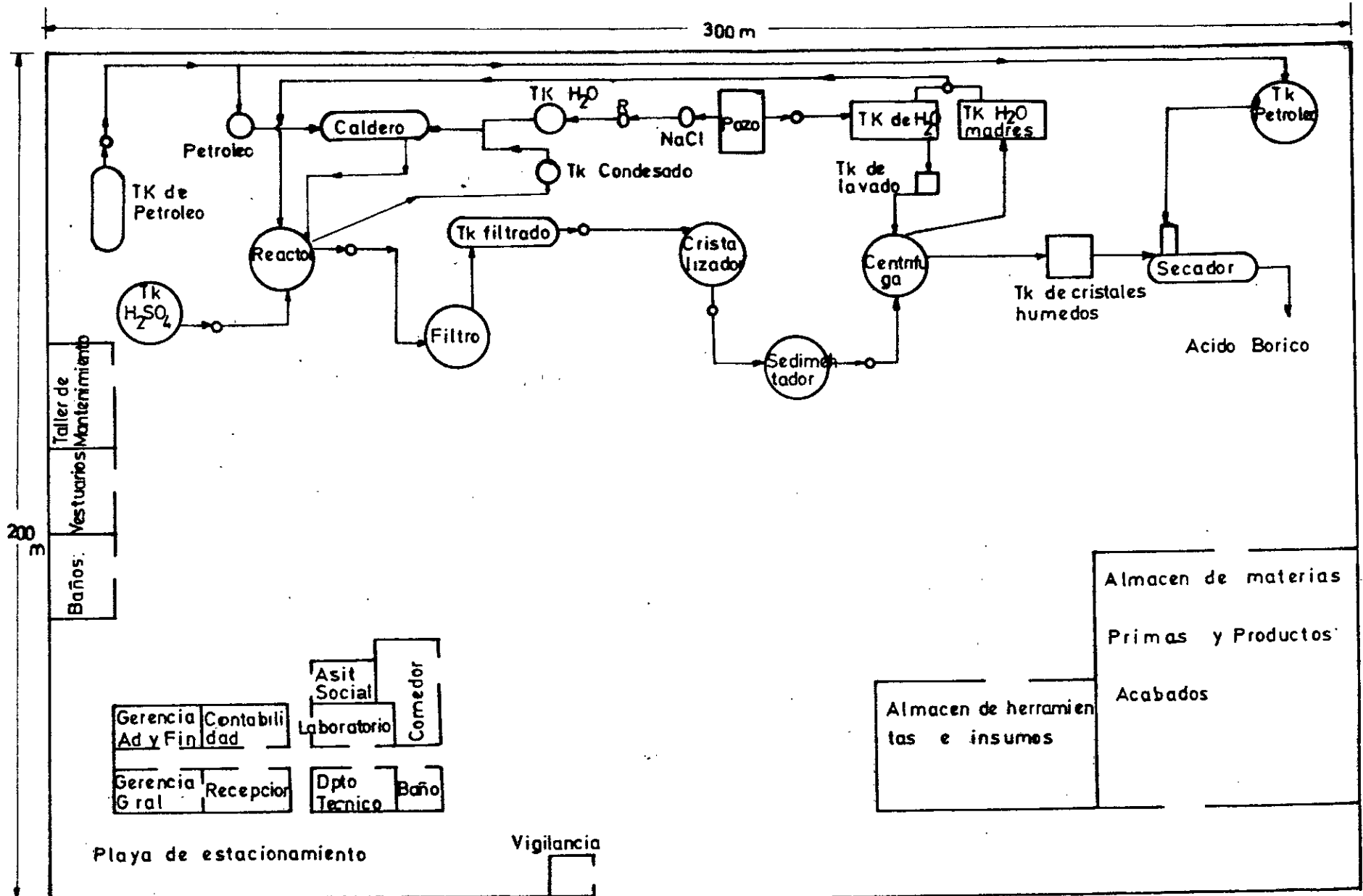
Stock para 1 mes

Bolsas de plástico y polietileno 1417 unidades sustancias ablandadoras de agua 500 Kgs.

RESUMEN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

CODIGO	EQUIPO	DESCRIPCION
C-1	Reactor	Capacidad : 781 gal. Diámetro : 60 pulgadas. Altura : 68 5/8 pulgadas. Material : acero inoxidable 304. <u>AGITADOR</u> Diámetro : del rodete 0.51 mts. ancho del rodete 0.13 mts. Longitud del agitador 1.75 mts. Potencia : 2.5 HP.
		<u>SEPPENTIN</u> Diámetro : 1.40 m. ø del tubo 1 1/2 Material : acero 304 Nº de vueltas : 13
T-1	Tanque de H ₂ SO ₄ Concentrado	Capacidad : 3257 gal. Diámetro : 8.50 pies. Altura : 8.65 pies.
B-1	Bomba de H ₂ SO ₄	Potencia : 1.5 HP.
B-2	Bomba de agua	Potencia : 3.0 HP.
T-2	Tanque de sol filtrado	Capacidad : 3012.23 kg. Altura : 6.78 pies. Diámetro : 4.52 pies.
F-1	Filtro retatorio	Diámetro : 0.915 mts. longitud : 1.22 mts.

5.24.F. DISPOSICION DE LA PLANTA



144-A

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

Etapas de Implementación

Una vez aprobado el anteproyecto se efectuarán los siguientes pasos:

1.- Conclusión del Proyecto.- Donde se llevará a cabo la revisión del proyecto, los contactos finales con los proveedores y el diseño definitivo y los detalles.

2.- Selección y Negociación de Tecnología.- Para adquirir el financiamiento del proyecto, en esta etapa de formulación se brinda al Promotor (puede ser estatal o privado) la información y referencias del proyecto.

En esta etapa se consigue la autorización respectiva.

3.- Ejecución.- En esta etapa se realizarán las construcciones de las obras según la ingeniería y diseño eléctrico y mecánico, se efectuarán las compras, traslados e instalaciones de maquinarias y equipos, y contratación y capacitación del personal obrero y técnico.

4.- Operación.- Se iniciará esta etapa con la adquisición de las materias primas como la ulexita y ácido sulfúrico, insumos entre ellos el combustible, envases, etc.

En esta etapa se explica en el diagrama de flujo, de procesos y operaciones unitarias tal como se explica en el ítem 5.2.4.

En el cuadro N°5 se explica el cronograma de implementación.

CUADRO Nº 5. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

Etapas preoperativas	AÑO - 1							AÑO 0											
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>1.- Estudios definitivos</u>																			
Perfil	—																		
Estudio preliminar		—																	
Estudio de pre-factibilidad			—																
Estudio de factibilidad				—															
Revisión del anteproyecto					—														
Contacto finales con los proveedores.						—													
Diseño definitivo y detalles.							—												
<u>2.- Selección, Negociación y autorización</u>									—										
<u>3.- Ejecución</u>																			
Construcciones físicas										—									
Capacitación del personal										—									
Compra y traslado del equipo											—								
<u>4.- Operación</u>																			
Inst. de equipos y maquinarias.																—			
Aumento progresivo de la operación.																	—		

CAPITULO VI ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO

El costo de la inversión del proyecto está dado por el costo del capital de la inversión fija, el capital de trabajo y los intereses durante la construcción siendo la ecuación:

$$I_t = I_f + C_t + i_c$$

Donde :

I_t = Inversión total.

I_f = Inversión fija.

C_t = Capital de trabajo.

i_c = Intereses durante la construcción.

6.1.1.- INVERSION FIJA

El método aplicado para determinar el monto de la inversión del capital, para la ejecución de la planta de ácido bórico tiene una exactitud de $\pm 30\%$ sobre el total del capital de inversión; este rango de aproximación se basa en un estimado de estudio de factores, que es el reflejo del carácter general de los datos para efectuar los estudios preliminares de costos o de factibilidad económica.

Código N ^o	Tipo del equipo	Valor en U.S.
M-1	Molino de martillos	3,560
C-1	1 Caldero y abanador	9,690
R-1	1 Reactor vidriado con agitador y serpentín : 781 gal	3,890
B-1	1 Bomba centrífuga de agua de proceso y/o aguas madres	990
B-2	1 Bomba centrífuga de alimentación de H ₂ SO ₄	970
T-1	1 Tanque de almacenamiento de H ₂ SO ₄ .	3,450
B-3	1 Bomba de alimentación al filtro	1,070
F-1	1 Filtro Oliver Horizontal	9,330
T-2	1 Tanque de solución filtrada	1,650
B-4	1 Bomba de alimentación al cristalizador	1,210
D-1	1 Cristalizador.	5,270
B-5	1 Bomba de alimentación al sedimentador	970
T-3	1 Sedimentador de cristales de ácido bórico.	2,000
B-6	1 Bomba de alimentación a la centrífuga	1,070
E-1	1 Centrífuga	4,580

Continuación del cuadro N° 6 - 1.

Código	Nº	Tipo del equipo	Valor en U.S.
T-4	1	Tanque de agua de lavado	1,250
T-5	1	Tanque de aguas madres	2,060
S-1	1	Secador neumático.	9,220
T-5	1	Silo de acero inoxidable de cristales húmedos	3,390
B-7	1	Bomba portátil Graidner.	840
		Costo total del equipo :	<u>66,500</u>

6.1.1.1.-INVERSION DE EQUIPO Y MAQUINARIA INDUSTRIAL

1.- Costo de Equipo

El valor de los equipos a utilizarse en este proceso, han sido presupuestados por las diferentes firmas comerciales que a continuación se mencionan:

Aditivos S.A. Apin, Hidroquímica Industrial, Hidrostat, Alfa Laval, Fabrimet, Metal Empresa Centrífugas, Peruanas, Sateci, etc.

Los equipos fueron cotizados en el mes de Diciembre de 1981, (ver cuadro 6.1).

2.- Costo de la tubería

Tipo de plata : sólido fluido se estima un costo del 2.5% del costo del equipo, incluyendo válvulas y accesorios.

El costo asciende a U.S. 16,630

6.1.1.2.-INVERSION DE CONTROLES E INSTRUMENTOS

Los controles e instrumentación será de regulación automática, incluye manómetros, termómetros, balanzas, equipos de laboratorio: como potenciómetro, bombas de vacío, estufa, mufla, etc.

El costo se estima un 12% del costo del equipo.

El costo asciende a U.S. \$ 7,980

6.1.1.3.-INVERSION DE LA INSTALACION Y MONTAJE

Las firmas comerciales que proporcionan los equipos se encargarán de instalarlos en la planta, dando una garantía de 2 años.

Para la instalación y montaje se ha considerado un 23% del costo del equipo, dicho costo asciende a U.S. 18,620.

6.1.1.4.- Inversión de Obras Civiles

Por la construcción de las diferentes secciones como son: las oficinas, almacenes, cercado, talleres, servicios higiénicos, etc., se ha considerado un 35.00% del costo total del equipo, el costo asciende a U.S. 23,280

6.1.1.5.- Inversión del terreno

Para la compra del terreno en la variación típica en porcentaje del capital fijo se ha considerado un 10% del costo total del equipo.

El costo asciende a U.S. 6,650

6.1.1.6.- Inversión de Servicios auxiliares

Para la instalaciones : eléctricas, agua, desagüe, vapor, se ha considerado un 16.00 % del costo del equipo, esto es U.S. 10,600

Resumen del costo de la planta física

Costo del equipo	U.S. \$ 66,500
Costo de tubería	" 16,630
Controles e instrumentos	" 7,980
Instalación y montaje	" 18,620
Obras civiles.	" 23,280
Terreno	" 6,650
Servicios auxiliares	" 10,640

Costo total de la planta física U.S. 150,300

5.1.1.7.- INVERSION DE PUESTAS EN MARCHA

1.-Honorarios de Ingeniería y Construcción

La complejidad de la planta es sencilla, para la ingeniería general, diseño, dibujo, - inspección, construcción, operación y mantenimiento se ha considerado un 15% del costo total de la planta física.

El monto asciende a U.S. 22.545

2.-Imprevistos y Gastos Pre-Operativos

Debido al proceso inflacionario que sufre nuestro país, este tipo de proceso está sujeto a cambios y se considera un 25% del costo de la planta física.

El monto asciende a : U.S. 37,575

El capital fijo asciende a:

Costo de la planta física U.S. 150,300

Puesta en marcha U.S. 60,120

Total : U.S. 210,420

6.1.2.-CAPITAL DE TRABAJO

Se considera un capital de trabajo de 2 meses para cubrir gastos de materia prima, remuneraciones, insumos y otros materiales para iniciar la operación comercial del proyecto o de la planta, este capital es de inmediata o fácil recuperación.

a.- Inversión de materias primas

Mineral Ulexita	U.S.	8.150
H ₂ SO ₄	"	4,360
Servicios Industriales	"	6,797
Suministros de Operación	"	346

b.- Planilla de personal

Mano de obra directa	14,103
Mano de obra indirecta	98 29
c.- Cargas Sociales	3,942
d.- Gastos Generales de Planta	1,731
e.- Costos fijos	3,117
g.- Gastos de administración y Ventas	276

El capital de trabajo para cubrir 2 meses de trabajo asciende a U.S. \$ 52,661.

6.1.3.-INTERES DURANTE LA CONSTRUCCION

La planta de ácido bórico se estima que su construcción tendrá una duración de 1 año de construcción, por tal motivo se consideraran que los intereses de construcción se pagarán en 1982, con un pago semestral de 12,500 , la tasa de interés será de -- 51.50% anual.

En 1 año el pago de intereses durante la construcción será de:

i_c U.S. \$ 277,260

6.1.4.- INVERSION INICIAL

La inversión inicial de la planta de ácido bórico tiene la siguiente estructura.

Cuadro 6-2 Resumen de la inversión total

Rubros	Cantidad \$	%
I.- Inversión fija	210,420	61.53
II.- Capital de trabajo	52,661	15.59
III.- Intereses durante la construcción.	77,260	22.88
Total :	337,682	100.00

CUADRO Nº 6-3

INTERESES Y AMORTIZACIONES DE PRÉSTAMO DE PRESMO EN MONEDA NACIONAL

Monto de préstamo : U.S. 150,000

Plazo de amortización : 6 años incluyendo 3 años de gracia.

Repago : 12 cuotas semestrales consecutivas.

Tasa de interés : 51.50 %

(en miles de U.S.)

Semestre	año	repaso	saldo	interés	total
-2	1982	0	150,00	38.63	38.63
-1	1982	0	150.00	38.63	38.63
0					
1	1983	0	150.00	38.63	38.63
2	1983	0	150.00	38.63	38.63
3	1984	0	150.00	38.63	38.63
4	1984	0	150.00	38.63	38.63
5	1985	12.50	137.50	38.63	176.13
6	1985	12.50	125.00	35.41	160.41
7	1986	12.50	112.50	32.19	144.69
8	1986	12.50	100.00	28.97	128.92
9	1987	12.50	87.50	25.75	113.25,
10	1987	12.50	75.00	22.53	97.53
11	1988	12.50	62.50	19.31	81.81
12	1988	12.50	50.00	16.09	66.09
13	1989	12.50	37.50	12.88	50.38
14	1989	12.50	25.00	9.66	34.66
15	1990	12.50	12.50	6.44	18.94
16	1990	12.50	0	3.22	15.72

La inversión total será de U.S. 337,682 se considerará como inversión inicial un 20% de la inversión total es decir: U.S. 67,536.

6.2.-ESTRUCTURA DE LA INVERSION Y FINANCIAMIENTO

6.2.1.-Moneda Nacional

Para el financiamiento de la inversión inicial total, se ha asumido que el crédito necesario sería otorgado por la Corporación Financiera de Desarrollo CCFIDE, y del Banco Industrial del Perú, entidad que otorgaría los recursos financieros en moneda nacional con las siguientes características:

Monto del préstamo	U.S.	150,000
Tasa de Interés	51.5% anual al rebatir.	
Plazo de Amortización	: 6 años	
Período de Gracia	: 3 años	
Repago	: cuotas semestrales consecutivas.	

6.2.2.-Moneda Extranjera

Los préstamos en moneda extranjera, para este tipo de proyecto no sería necesario ya que -- las maquinarias y equipos son de fabricación nacional.

Así mismo no se pagará royalties por la tecnología a utilizarse en este proyecto, su patente ha caducado hace unos 20 años.

6.2.3.-DEUDA Y CAPITAL

Se considera que la inversión total requerida por la planta de ácido bórico, tiene una proporción recomendable de 40% de capital y 60% de deuda, debido a que los intereses son demasiados altos con una tasa anual de 51.50% , se visto precisado esco-

ger una relación de 55.56% de capital y 44.42% de deuda.

El aporte serán cubiertos por los préstamos a corto y largo plazo, así como los fondos generados por la operación de la planta.

La estructura del financiamiento de la inversión total, ha sido determinada de la siguiente manera:

Capital	US. 190,341	55.93 %
<u>Deuda</u>	<u>" 150,000</u>	<u>44.07 %</u>
Total	U.S. 340,341	100.00 %

6.2.4. Financiamiento de la Deuda y Capital

A continuación se presenta el cuadro del esquema de financiamiento de la deuda y capital.

Cofide, el banco industrial, los bancos estatales y privados, así como financieras pueden participar en el financiamiento de este proyecto, otorgando préstamos tal como se explica en el ítem 6.2.

3. . El capital lo pueden aportar cualquier Empresa o personas interesadas en este proyecto, el -- 55.56% de la inversión total deberán aportar el o los socios.

Los criterios tenidos en cuenta para desarrollar el el esquema tentativo del capital y deuda, se tiene encuentra lo siguiente:

1.-El capital propio deberá cubrir los aspectos siguientes:

1.a.-Parte de la inversión fija realizada en 1 año y 7 meses de implementación del proyecto.

2-a).-El capital de trabajo que se necesitaría, para cubrir los costos de materia prima, insumos y mano de obra principalmente como previsión para iniciar la operación de la planta.

3-a).-Los intereses durante la construcción son generados por el préstamo en moneda nacional durante un año de implementación.

2.-La deuda cubriría la mayor parte para cubrir la inversión fija a realizar el último semestre de implementación.

A continuación se presenta el cuadro de intereses y amortizaciones del préstamo en moneda nacional.

CUADRO N^o ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO
(en miles de U.S.)

rubros	CAPITAL	DEUDA	TOTAL
I.- Inversión fija	60,420	15,000	210,420
II.- Capital de trabajo	52,661	0	52,661
III.- Intereses durante la construcción	77,260	0	77,260
Total :	190,341	150,000	340,341

6.2.5. Cronograma de Desembolsos

- 1) En el primer trimestre se gastarán U.S. 6,200 por concepto de los estudios definitivos es decir los estudios de perfil, -- preliminar, y de pre-factibilidad.
- 2) En el segundo trimestre de implementación se gastarán US. 12,850 por concepto de la compra de terreno, revisión del ante proyecto, y por el estudio de factibilidad.
- 3) En el tercer trimestre se invertirá U.S. - 50,475 por concepto de los contactos finales con los proveedores, estudio de diseño definitivo y detalles y por la selección - negociación y autorización de la tecnología.
- 4) En el cuarto trimestre se invertirán la suma de US. 94,105 por concepto de pago de compra de equipos, maquinaria, tubería, por las construcciones físicas y pago de intereses durante la construcción y capacitación del personal.

CUADRO N° 6 - 5 CRONOGRAMA DE DESEMBOLOS (en miles de U.S.)

Años							
Trimestre de implementación	I	II	III	IV	V	VI	Total
(1) INVERSION FIJA							
Equipo y maquinaria nacional	0	0	20,000	20,000	26,500	0	66,500
Tubería, controles e instrumentación	0	0	8,200	8,200	8,210	0	24,610
Terreno.	0	6,650	0	0	0	0	6,650
Servicios auxiliares.	0	0	0	5,000	5,640	0	10,640
Construcción civil y montaje	0	0	10,475	10,475	10,475	10,475	41,900
Honorarios de Ing y construcción	0	0	5,600	5,670	5,670	5,675	22,545
Imprevistos y gastos preoperativos	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,575	37,575
(2) CAPITAL DE TRABAJO	0	0	0	0	30,000	22,661	52,661
(3) INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION	0	0	0	38,630	0	38,630	77,260
Total :	6,200	12,850	50,475	94,105	92,695	84,016	340,341

6.3.- COSTOS DE MANUFACTURA O PRODUCCION

6.3.1.- Costos Fijos

Los costos fijos están integrados por la depreciación, impuesto no a la renta, seguros, gastos generales de planta e intereses del préstamo.

a) Depreciación.- Utilizaremos la depreciación lineal, esto es la distribución del valor de la inversión fija despreciable durante la vida útil del Proyecto. Se ha estimado el 10% de la inversión fija como costo de depreciación.

Planta : ácido bórico
Inversión fija : U.S. 210,430
Vida útil del Proyecto: 10 años.
Costo de depreciación año: U.S. 21,043

b) Impuesto no a la Renta.

Son los impuestos que se generan por el pago a las municipalidades por concepto de alcabalas, baja policía, etc.

Se ha estimado un 2% de la inversión fija esto significa un monto anual de U.S. 4,208

c) Seguros

Son los derechos que se pagan para asegurar los equipos, maquinarias, edificios y bienes de la Empresa. Los seguros representan el 1% de la inversión fija.

El monto anual es : U.S. 2,104

d) Gastos Generales de Planta

Los gastos de la planta incluyen:

Seguridad Industrial.

Laboratorio de control.

Superintendencia de planta.

Servicios sociales.

Almacenes, comunicaciones, etc.

Se ha considerado el 5% del total de inversión fija, esto significa un monto anual de US.10.521

e) Intereses del préstamo

Son los que se pagan por año según las condiciones de préstamo, el pago de intereses se realiza semestralmente.

6.3.2. COSTOS VARIABLES

a) Requerimientos de insumos

Se han señalado los requerimientos de insumos en el capítulo de Ingeniería del Proyecto, los mismos que en la continuación se muestran.

Los factores técnicos son:

Ulexita : 1.88 TM ulexita/TM H_3BO_3 .
Acido sulfúrico : 0.63 TM H_2SO_4 /TM H_3BO_3 .

CUADRO N° 6-7 ESTIMADO DE MATERIAS PRIMAS

Año	Factor (%) capacidad	Volumen en TM	
		Ulexita	ácido sulfúrico
1983	55.65	889	298
84	65.76	1051	352
85	77.88	1245	417
86	84.71	1254	454
87	92.00	1470	493
88	100.00	1598	534
89	100.00	1598	534
90	100.00	1598	534
91	100.00	1598	534
92	100.00	1598	534

El factor (%) es el porcentaje de la capacidad instalada de la planta que estará en operación.

El precio de la tonelada de ácido sulfúrico industrial o técnico con 98% de puerza es de U.S. 90 incluido el 16% de impuestos.

Las Empresas que explotan y venden ulexita tenemos las siguientes:

Boroquímica : Vende ulexita a U.S. 55 la tonelada incluido el 16% de impuestos más/ ^{el} U.S. 15 de flete por tonelada puesta en planta.

Boratos del Perú : Vende la tonelada a U.S. 60 incluido el impuesto y U.S.\$. 17. de flete por tonelada de Arequipa-Lima.

La planta estará ubicada en Arequipa, por lo consiguiente no se considerará el flete de Arequipa- Lima, para el proyecto se considerará un precio promedio de ulexita por tonelada de US, 78.5 incluido el impuesto.

A continuación se presenta el cuadro de costos.

CUADRO N^o 6 - 8 COSTOS DE MATERIAS PRIMAS
(en miles de U.S.)

Año	Ulexita	ácido sulfúrico	Total
1983	48.90	26.82	75.72
1984	57.81	31.68	89.49
1985	68.48	37.53	106.01
1986	68.97	40.86	109.83
1987	80.85	44.37	125.22
1988	87.89	48.06	135.95
1989	87.89	48.06	135.95
1990	87.89	48.06	135.95
1991	87.89	48.06	135.95
1992	87.89	48.06	135.95

b) SERVICIOS INDUSTRIALES

Los servicios industriales dependel del % de la capaci--
dad instalada que esta en producción.

Se asure que los servicios industriales aumentan de acuer
do a la producción, es decir aumentan en un 17.5 a 18% ,
que es el rango de porcentaje de incremento de la ventas
y producción de ácido bórico .

CUADRO N° 6 - 9A ESTIMADO DEL CONSUMO DE SERVICIOS INDUSTRIALES

Servicios	Años					
	1983	1984	1985	1986	1987	1988 - 1992
Electricidad : Kw-hr	85,406	101,006	119,455	129,908	141,274	153,636
Petróleo : gal	11,674	13,806	16,328	17,757	19,310	21,000
Vapor : TM	4,002	4,734	5,598	6,038	6,62	7,200
Agua : m ³	6,677	7,889	9,330	10,147	11,034	12,000

CUADRO N° 6 - 9B COSTOS DE CONSUMO DE SERVICIOS INDUSTRIALES

(en miles de U.S.)

Servicios	Años					
	1983	1984	1985	1986	1987	1988 - 1992
Electricidad : Kw-hr	21.35	25.25	29.86	32.48	35.32	38.41
Petróleo : gal	5.02	5.94	7.02	7.64	8.30	9.03
Vapor : TM	9.41	11.13	13.16	14.31	15.50	16.92
Agua : m ³	5.00	5.92	7.00	7.61	8.28	9.00
Total :	40.78	48.24	57.04	62.04	67.46	73.36

Los precios unitarios serán

<u>Servicios</u>	<u>Unidad</u>	<u>Costo Unitario</u>
Electricidad	Kw-hr	U.S. 0.25
Petróleo	Gal	" 0.43
Vapor	TM	" 2.35
Agua	m ³	" 0.75

En los cuadros N^o 6-8 y N^o 6-9 se proporciona el consumo y el costo de los servicios industriales.

c) Mano de obra

Comprende las remuneraciones que se otorga el personal obrero, -
teniendo un jornal de U.S. 6.00 por día cada obrero

	Personal	Clase	Total
Encargado del reactor	2	Obrero	6
Encargado del filtro	1	Obrero	3
Encargado del cristizador	1	Obrero	3
Encargado de la centrifuga	1	Obrero	3
Encargado del secador	1	Obrero	3
Mecánico	1	Obrero	3
Electricista	1	Obrero	3
Almacenero	1	Obrero	3
Portería	1	Obrero	3
Limpieza	1	Obrero	3

Se concluye que el personal obrero tendrá un gasto de planilla para -
el pago de sus haberes anualmente de U.S. 71,280.

Labor de operación indirecta

El personal técnico, administrativo y ejecutivo se consideran en este rubro.

Nº

1	Recepcionista	Empleado	210
1	Secretaria administrativa	Empleado	200
1	Secretaria ejecutiva	Empleado	210
1	Ayudante auxiliar	Empleado	210
1	Ayudante de laboratorio	Empleado	210
1	Jefe de laboratorio	Empleado	280
1	Supervisor de Planta Ing. Qco.	Empleado	400
3	Capataces o supervisores	Empleado	280
1	Contador	Empleado	350
1	Jefe de compras y ventas	Empleado	280
1	Cajero	Empleado	250
1	Jefe de personal	Empleado	350
1	Gte. Administ. y Financ.	Empleado	640
1	Gte. General	Empleado	710

La planilla de empleados, profesional y administrativo tendrán un pago de haberes anual de U.S. \$ 58,320

d) Beneficios Sociales

Comprende las aportaciones patronales al seguro Social, Sistema Nacional de Pensiones, Fondo Nacional de Bienestar Social, Senati y provisión para la compensación por tiempo de servicios personales.

d.1- Impuesto a las remuneraciones por servicios personales se considera el 2.5% de la mano de obra directa

e indirecta.	3,240
d.2.Seguro Social 5%	6,480
d.3.Sistema Nacional de Pensiones 5%	6,480
d.4.Fonavi 5%	5,180
<hr/>	
Total:	21,380

Los porcentajes se refieren con respecto a la mano de obra - directa e indirecta.

El costo de mano de obra incluyendo los beneficios sociales ascienden a un monto anual de : US. 150,980

e) e) Mantenimiento y Reparación

El presupuesto para el gasto de mantenimiento y reparación ha sido calculado como un porcentaje de la inversión fija y se estima constante para cada año. El porcentaje promedio considerado para la industria del ácido bórico es de 2%.

Esto significa un monto anual de mantenimiento de :
US. 4,208

f) Suministros de Operación

Se considera como suministros los envases, lubricantes y otros, los envases son de plástico propileno y sacos de yute teniendo un costo de US..0.10 y US. 0.25 respectivamente.

Para los suministros de operación se asume 1 % de la inversión fija esto asciende a US.22,104

6.3.3.- CUADRO DE COSTOS DE PRODUCCION

En este cuadro se incluyen los gastos generales.

a) Gastos Generales

Representan aquellos gastos que involucran las labores del personal gerencial y administrativo, en general así como el personal de ventas, investigación y desarrollo.

Se ha estimado en un 1% del costo de manufactura para los gastos de administración en general y 2 % de las ventas totales para los gastos de ventas.

b) Costo total del producto

Comprende los costos de manufactura y gastos generales, dichos gastos representan en el cuadro N° 6 - 10.

CUADRO N°6- 10 COSTOS DE PRODUCCION (miles de U.S.)

RUBROS	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Factor de operación	55.65	65.76	77.88	84.77	92.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<u>COSTOS VARIABLES</u>										
Materia prima	75.72	89.49	106.01	109.83	125.22	135.95	135.95	135.95	135.95	135.95
M.O Y SUPERVISIÓN	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98
Serv. Industriales	40.78	48.24	57.04	62.04	67.46	73.36	73.36	73.36	73.36	73.36
Mant. y reparación	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21
Suministros de operación	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
TOTAL de (C.V)	379.79	295.02	320.04	329.16	349.97	366.60	366.60	366.60	366.60	366.60
<u>COSTOS FIJOS</u>										
Depreciación	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04
Imp. no a la renta	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21
Seguro	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Gastos Gries de Planta	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52
intereses del Préstamo	77.26	77.26	77.26	61.16	48.28	35.10	22.54	9.00	0	0
TOTAL DE C.F	115.13	115.13	111.91	99.03	86.15	73.27	60.41	47.53	37.87	37.87
COSTOS DE MANUFACTURA	388.29	410.15	432.25	423.19	436.12	439.87	427.01	414.13	404.47	404.47
<u>GASTOS GENERALES</u>										
Administración	3.89	4.10	4.32	4.28	4.36	4.40	4.27	4.14	4.04	4.04
Ventas	7.78	8.30	8.65	8.56	8.72	8.80	8.54	8.28	8.09	8.09
TOTAL DE GASTOS GENERALES	11.67	12.30	12.97	12.84	13.08	13.20	12.81	12.42	12.13	12.13
COSTO TOTAL DEL PRODUCTO	400.59	422.45	495.22	441.03	449.20	553.07	439.82	421.55	416.60	416.60

6.4.- INGRESOS DE VENTAS

Se estima que el precio del ácido bórico es de U.S. 900 la tonelada de ácido bórico incluyendo el 16% por concepto de impuestos a continuación se presenta el programa de ventas del ácido bórico.

CUADRO N° 6-11 PROGRAMA DE VENTAS DE ACIDO BORICO
(en miles de U.S.)

Año	Capacidad Instalada %	Ventas	
		Toneladas	Valor US.
1983	55.65	473	425,700
1984	65.76	559	503,100
1985	77.88	662	595,800
1986	84.71	720	648,000
1987	92.00	782	703,800
1988	100.00	850	765,000
1989	100.00	950	765,000
1990	100.00	850	765,000
1991	100.00	850	765,000
1992	100.00	850	765,000

6.4.1.- NACIONAL

La demanda de ácido bórico en el país será en:

1983 663 TM

1992 1000 TM

El programa de ventas es decir la oferta cubrirá la demanda de ácido bórico, si la Compañía Química S.A. no aumenta la producción de la planta la producción de esta seguirá siendo 400 TM, se estima que nuestro producto podrá captar el mercado nacional en las siguientes cantidades.

CUADRO N° 6 - 12 PROGRAMAS DE VENTAS DE ACIDO BORICO PARA EL
MERCADO NACIONAL (TM)

Año	Demanda Nacional	Producción de Químicos S.A.	Acido bórico del Proyecto para el Mercado Nacional
1983	663	400	263
84	706	400	306
85	795	400	395
86	793	400	393
87	836	400	436
88	880	400	480
89	923	400	523
90	966	400	566
91	1010	400	610
92	1053	400	653

La demanda Nacional será cubierta lpor la producción de nuestra planta, suprimiendo de esta manera las importaciones.

6.4.2.- Exportación

La producción de ácido bórico de procedente será captado - por el mercado externo ,es decir por los países del Grupo Andino como Venezuela, Colombia, también se considera B Brasil siendo los países Latinoamericanos que consumen en gran cantidad este producto.

El precio de ácido bórico para la exportación será de --
US.900 la tonelada incluyendo el 16% de impuestos.
Pagando el flete y transporte los clientes.

A continuación se presenta el programa de ventas para la exportación:

CUADRO N° 6 - 13 PROGRAMAS DE VENTAS PARA LA EXPORTACION
(en TM)

Año	Ventas del Proyecto	H ₃ BO ₃ para el mercado nacional	H ₃ BO ₃ para la exportación
1983	473	263	200
1984	559	306	253
1985	662	395	267
1986	720	393	327
1987	782	436	346
1988	850	480	370
1989	850	523	327
1990	850	566	284
1991	850	610	240
1992	850	653	197

6.5.-ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS

El estado de ganancias y pérdidas se analizará con la determinación del punto de equilibrio, con el cual el nivel operativo de la empresa cubre únicamente sus costos totales, sin obtener gran utilidad.

En el presente proyecto se ha calculado el punto de equilibrio cuando la producción de la planta ha llegado el 100% de su capacidad, esto es, en el año 1984.

Los cálculos se realizarán con la siguiente fórmula matemática:

$$n = C_f / (V - C_v)$$

Donde :

n = factor de operación en equilibrio.

C_f = Costos fijos anuales a 100%

C_v = Costos variables anuales a 100%.

Resolviendo se tiene :

$$C_f = \text{US. } 32,790$$

$$C_v = \text{US. } 462,870$$

$$V = \text{US. } 722,500$$

Reemplazando valores en la fórmula se tiene:

$$N = 32,870 / (722,500 - 462,870)$$

$$n = 0.15$$

Entonces quiere decir que la Planta puede operar -
sin pérdidas ni ganancias trabajando con el 15% de
la capacidad instalada.

Para graficarlos:

I_t = Ingresos totales.

C_{tp} = Costos totales de producción.

C_f = Costos fijos.

C_v = Costos variables.

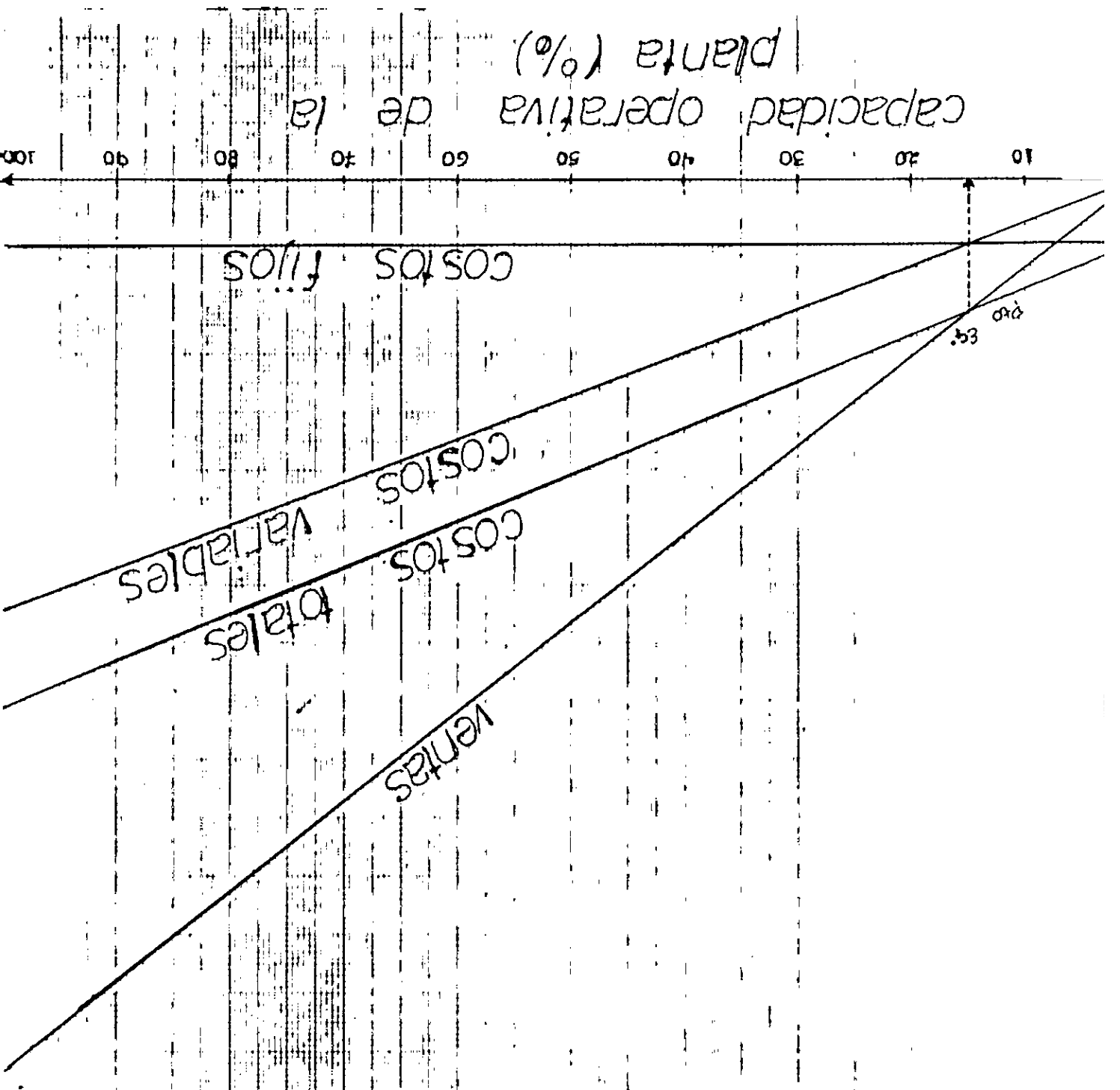
q = Unidades producidas.

p = precio del ácido bórico.

DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO DE

144

\$
niles U.S



costos fijos

costos variables

costos totales

VENTAS

capacidad operativa de la planta (%)

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10

6.6.- FLUJO DE CAJA

El flujo de caja esta constituido por los siguientes rubros.

a) Utilidad bruta

Está definido como la diferencia entre el valor de las ventas y el costo total del producto.

b) Distribución de Utilidades

Esta constituido por:

1) Para los trabajadores (1) que es el 10% de la utilidad neta (U.N).

2) Para la investigación tecnológica (2) que es el 2% de la utilidad neta.

La suma de (1) y (2) constituyen el total de la distribución de utilidades.

c) Beneficio Neto

Resulta de restar a la utilidad bruta, el total de la distribución de las utilidades.

d) Reinversión

Es la capacidad de la empresa para reinvertir en futuras ampliaciones o mejoras de la Planta de ácido bórico.

Se ha considerado un 30% del beneficio neto para la reinversión.

e) Utilidad Antes de los Impuestos (U.A.I).

Resulta de restar el beneficio neto, la reinversión de la Planta.

f) Impuesto a la Utilidad

Se aplicará a la utilidad antes de impuestos o - monto imponible de acuerdo a la escala vigente.

De acuerdo al cuadro descrito, el impuesto a la utilidad para el presente proyecto será del 35 al 40% de la utilidad antes de los impuestos.

g).- Utilidad después de los impuestos (U.D.I).

Resulta de restar a la U.A.I., los impuestos ya descritos.

h).- Fondos retenidos por la Empresa

Están constituidos por, la reinversión y la U.D.I.

i).- Fluja de caja neta (net cash flow)

Esta constituida por los fondos retenidos, por la depreciación

En el Cuadro N° 6 - 15 se presenta el flujo de caja.

Referencias :

(1) Deducciones establecidas por la ley de industrias.

(2) D.L. 18350 Art. 21: 10% por distribución de utilidades.

2% para la investigación tecnológica.

CUADRO N° 6 - 15 FLUJO DE CAJA
(miles de US.)

RUBROS	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas Totales	425.70	503.10	595.80	648.00	703.80	765.00	765.00	765.00	765.00	765.00
Costo Total del Prod.	400.59	422.45	445.22	441.03	449.20	453.07	439.82	475.55	416.60	416.60
UTILIDAD BRUTA	25.11	80.65	150.58	206.97	254.60	311.93	325.18	342.45	348.40	348.40
Imp. a la Utilidad	8.79	28.23	60.23	82.79	114.57	140.37	146.33	154.10	187.47	187.47
UTILIDAD NETA	16.32	52.42	90.35	124.18	140.03	171.56	178.85	188.35	160.93	160.93
<u>DISTRIBUCION DE UTILIDADES</u>										
Investigación Tecnológ.	0.32	1.05	1.84	2.48	2.80	3.43	3.58	3.77	3.22	3.22
A los Trabajadores	1.63	5.24	9.04	12.42	14.00	17.16	17.89	18.64	16.09	16.09
TOTAL DE DISTRIB.UTIL.	1.95	6.29	10.85	14.90	16.80	20.59	21.47	22.61	19.31	19.31
Utilidad después de Imp. y Distrib. de Utilidades	14.37	46.13	79.50	109.28	123.23	150.97	157.38	165.74	141.62	141.62
Depreciación	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04
FLUJO DE CAJA	35.41	67.17	100.54	130.32	144.27	172.01	178.42	186.78	162.66	162.66
DEUDA	0	0	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	0	0
SALDO DE CAJA	35.41	67.17	75.54	105.32	119.27	147.01	153.42	161.72	162.66	162.66



6.7.-RENTABILIDAD DEL PROYECTO

6.7.1.-TIR ECONOMICO

La evaluación económica tiene por objeto medir la bondad del proyecto, independientemente de la forma como es financiada. Para tal efecto se compara el flujo de caja generado con la inversión total.

La rentabilidad económica ha sido medida por la tasa interna de retorno TIR, la que se considera en primer caso la ley de industrias e impuestos a la renta y (en segundo caso no se considera dichos egresos).

Los resultados se muestran en el cuadro N° 6-16. Del cuadro se concluye:

TIR : 27.65 %

Tiempo de recuperación : 4.0 años

6.7.2.-TIR FINANCIERO

Este análisis tiene la finalidad de medir el rendimiento financiero de la inversión del proyecto. Se compara en este caso, el capital social y los saldos de caja después del pago de la deuda. La rentabilidad financiera ha sido evaluada con la tasa interna de retorno TIR y el tiempo de retorno del capital social.

Los resultados se muestran en el cuadro N° 6-17. Del cuadro se concluye:

TIR : 41.03 %

Tiempo de recuperación : 1.5. años.

De los cuadros N° 6 - 16 y N° 6 - 17 se concluye que la tasa financiera de préstamo es del 51.5% y el TIR financiero del proyecto en cuestión es de 27.65% por lo tanto es una indicación que el proyecto en cuestión es rentable.

CUADRO N° 6 - 16 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO DEL PROYECTO
(en miles de U.S. \$)

Año	Flujo de caja	$t = 51.5\%$	$t = 27.65\%$
82	(340.34)	1.000	(340.34)
83	35.41	0.806	28.54
84	67.17	0.650	43.66
85	100.54	0.524	52.68
86	130.32	0.423	55.13
87	144.27	0.341	49.20
88	172.01	0.275	47.30
89	178.42	0.222	39.61
90	186.78	0.179	33.43
91	162.66	0.144	23.42
92	162.66	0.116	18.87
	V.A.		391.84
			335.36

Conclusión : TIR : 27.65 %

Tiempo de recuperación : 4.0 años.

CUADRO N° 6 - 17 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO
(en miles de U.S.)

Año	Saldo de caja	t= 40%	t=50%
82	(190.34) 1	(190.34) 1	(190.34)
83	35.41 0.714	25.28 0.667	23.62
84	67.17 0.510	34.26 0.444	29.82
85	75.54 0.364	27.50 0.296	22.36
86	105.32 0.260	27.38 0.198	20.85
87	119.27 0.185	22.18 0.132	15.74
88	147.01 0.133	19.55 0.088	12.94
89	153.42 0.095	14.57 0.059	9.05
90	161.78 0.068	11.00 0.039	6.31
91	162.66 0.048	7.81 0.026	4.23
92	162.66 0.035	5.69 0.017	2.77
	V.A.	195.23	147.69

Conclusión : TIR 41.03 %

Tiempo de recuperación : 1.5 años.

6.8.-SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

Este análisis sirve para determinar en forma aproximada la sensibilidad que tiene el proyecto a un caso base cuando son modificados algunos elementos, principalmente de costos repercutiendo en la rentabilidad respectiva.

Se ha visto que la rentabilidad ó tasa de retorno del proyecto es de 37.66% (caso base), de acuerdo a esto se puede preveer, en forma anticipada que existe -- dos (2) rubros importantes con incidencia fundamental en los costos, estos son la inversión y el precio de venta del producto ácido bórico con respecto al precio base.

Basado en estas variables podemos realizar el análisis de sensibilidad de la Planta de acuerdo a la siguientes premisas.

- 1). Sensibilidad de la rentabilidad con respecto a la inversión ó sea aumento de los equipos y maquinarias del orden 5%; 10%; 15% y 20% respectivamente.
- 2). Sensibilidad de la rentabilidad con respecto a la variación del precio venta del producto ácido bórico.

Se supone un aumento del 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente.

De acuerdo a los rubros señalados, se presentan en:

6.8.1.-SENSIBILIDAD A LA INVERSIÓN FIJA

Inversión fija original :	U.S.	210,420
a) Aumento del 5% :	"	220,941
b) Aumento del 10% :	"	231,462
c) Aumento del 15% :	"	241,983
d) Aumento del 20% :	"	290,380

Al variar la inversión implica la variación de la inversión fija , capital de trabajo, intereses durante la construcción y otros rubros que dependen de la inversión como depreciación, mantenimiento, seguros, etc.

Respecto al financiamiento del proyecto, si bien la estructura del mismo no se modifica, si lo hace la inversión por lo tanto es necesario la preparación de los cuadros sobre el pago de la inversión, --- reembolso del préstamo, intereses ; donde figuran los nuevos montos de la inversión calculada.

6.8.1.-INGRESOS

Precio base de venta del producto US.900xTM H₃BO₃.

Variación del precio venta en:

5% : US. 945 x TM.

10% : " 990 x TM.

15% : " 1035 x TM.

20% : " 1080 x TM

CUADRO N° 6 - 18 INGRESO POR CONCEPTO EN VENTAS
(en miles de U.S.)

Año	Volumen (TM)	5%	10%	15%	20%
1983	473	446.99	468.27	498.56	510.840
1984	559	528.26	553.41	578.57	603.37
1985	662	625.29	655.38	686.17	714.96
1986	720	680.40	712.80	745.20	777.60
1987	782	738.99	774.18	809.37	844.56
1988-1992	850	803.25	841.50	879.75	918.00

El cuadro ha sido elaborado a base de los precios unitarios cuando varía con respecto al precio de venta base.

A continuación se presentan los nuevos flujos de caja como consecuencia de los análisis de sensibilidad en el precio - de venta del producto.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 5% del precio de venta del H_3BO_3 .
 Planta : ácido bórico
 Capacidad de diseño 350 TN.
 Inversión fija US. 210.420
 Capacidad de trabajo " 52.661
 Intereses durante la construcción " 77,260
 Inversión total. US. 340, 341

CUADRO N^o 6 - 19 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO
 (en miles de U.S.)

Año	Flujo de Caja	Fact.Dcto. I= 28%	Valor pte.	Fact.Dcto. 32%	Valor pte.
1982	(340.341)	1.000		1.000	
1983	52.61	0.781	41.09	0.758	39.85
1984	81.54	0.610	49.74	0.574	46.80
1985	91.12	0.477	43.46	0.435	39.64
1986	111.87	0.373	41.74	0.329	36.80
1987	136.29	0.291	39.66	0.250	34.07
1988	165.22	0.227	37.50	0.189	31.23
1989	171.94	0.178	30.61	0.143	24.59
1990	176.36	0.139	24.79	0.108	19.26
1991	183.18	0.108	19.78	0.082	15.02
1992	183.18	0.085	15.57	0.062	11.36
			<u>343.94</u>		<u>298.65</u>

Comparación :

$$i = 32\% : \frac{VP}{I_t} = \frac{298.66}{340.34} = 0.877 \quad i=28\%: 1.011$$

Rentabilidad : TIR económico = 31.68%.

Tiempo de Recuperación : 3.5. años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 5% del precio de venta del H_3BO_3 .

CUADRO N° 6 - 20 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de U.S.)

Año	saldo de caja	fact.dcto.		valor pte.	
		I = 50 %	I = 40 %	I = 50 %	I = 40 %
1982	(190.34)	1.000	1.000		
1983	52.61	0.667	35.09	0.714	37.56
1984	81.54	0.444	36.20	0.510	41.59
1985	91.12	0.296	26.97	0.354	33.17
1986	111.89	0.198	22.15	0.260	29.09
1987	136.29	0.132	17.99	0.186	25.35
1988	165.22	0.088	14.54	0.133	21.97
1989	171.94	0.059	10.14	0.095	16.33
1990	178.36	0.039	6.96	0.068	12.13
1991	183.18	0.026	4.76	0.048	8.79
1992	183.18	0.017	3.11	0.035	6.41
			<u>174.81</u>		<u>232.40</u>

Comparación :

$$I = 50\% \frac{VP}{\text{aporte}} = \frac{174.81}{190.34} = 0.92$$

$$I = 40\% \frac{VP}{\text{aporte}} = \frac{232.40}{190.34} = 1.22$$

Rentabilidad :

TIR Financiero : 47.30 %

Tiempo de recuperación

: 1.5 años

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 5% del precio de venta del ácido bórico

CUADRO N° 6 - 21 FLUJO DE CAJA

(en miles de U.S.)

AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales.	446.99	528.26	625.29	680.40	738.99	803.25	803.25	803.25	803.25	803.25
Costo total del producto	400.59	482.23	445.22	441.03	449.20	453.07	439.82	426.55	416.60	416.60
<u>INGRESOS BRUTOS</u>	46.45	105.81	180.07	239.37	289.79	350.18	363.43	376.7	386.65	386.65
Impuesto a la Utilidad	16.26	37.03	72.03	107.72	130.41	157.58	163.54	169.52	173.99	173.99
<u>UTILIDAD NETA</u>	30.19	68.78	108.04	131.65	159.38	192.26	199.89	207.18	212.66	212.66
<u>DISTRIBUCION DE UTILIDADES</u>										
Investigación tecnológica.	0.60	1.38	2.16	2.63	3.19	3.85	4.00	4.14	4.25	4.25
Trabajadores.	3.02	6.88	10.80	13.17	15.94	19.23	19.99	20.72	21.27	21.27
<u>TOTAL DE DIST. DE UTILIDADES</u>	3.62	8.26	12.96	15.80	19.13	23.08	23.99	24.86	25.52	25.52
Utilidad después de impuestos y distribución de utilidades.	26.57	60.50	95.08	115.85	140.25	169.18	175.90	182.32	187.14	187.14
Depreciación.	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04
<u>FLUJO DE CAJA NETO</u>	52.61	81.54	116.12	136.89	161.29	190.22	196.94	203.36	208.18	208.18
DEUDA	0	0	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
<u>Saldo de Caja</u>	52.61	81.54	91.12	111.89	136.29	165.22	171.94	178.36	183.18	183.18

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 10% del precio de venta del H_3BO_3

Planta : ácido bórico técnico.

Capacidad de diseño : 850 TM/año.

Inversión fija : U.S. 210,420

Capital de trabajo : U.S. 52,661

Intereses durante la construcción: U.S. 72,260

Inversión total : U.S. 340,341

CUADRO Nº 6 - 22 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO

(en miles de U.S.)

Año	Flujo de caja	fact.docto. I = 32%	valor pte.	fact.docto. I = 36%	valor pte.
1982	(340.34)	1.000		1.000	
1983	59.75	0.758	45.29	0.735	43.92
1984	90.19	0.574	51.77	0.541	48.79
1985	132.01	0.435	57.42	0.398	52.54
1986	152.57	0.310	47.50	0.292	44.57
1987	178.34	0.250	44.59	0.215	38.34
1988	209.05	0.189	39.51	0.158	33.03
1989	215.45	0.143	30.81	0.116	24.99
1990	221.88	0.108	23.96	0.085	18.86
1991	226.62	0.082	18.58	0.063	14.27
1992	226.62	0.062	14.05	0.046	10.42
			<u>376.18</u>		<u>329.71</u>

Comparación :

$$I = 32\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{376.18}{340.34} = 1.105$$

$$I = 36\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{329.71}{340.34} = 0.969$$

Rentabilidad :

TIR económico : 35.09 %
Tiempo de recuperación : 3.6 años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 10% del precio de venta del H₃BO₃.

CUADRO Nº 23 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de U.S.)

Año	Saldo de Caja	fact.dsct. I = 50%	valor pte.,	fact.dsct. I = 60%	valor pte.
1982	(190.34)	1.000		1.000	
1983	59.75	0.667	39.85	0.625	37.34
1984	90.19	0.444	40.04	0.391	35.26
1985	107.01	0.296	31.67	0.244	26.11
1986	127.57	0.198	25.26	0.153	19.52
1987	153.34	0.132	20.24	0.095	14.57
1988	184.05	0.088	16.20	0.060	11.04
1989	190.45	0.059	11.24	0.037	7.05
1990	196.88	0.039	7.68	0.023	4.53
1991	201.62	0.026	5.24	0.015	3.02
1992	201.62	0.017	3.43	0.009	1.81

200.85

160.26

Comparación :

I = 50%

$$\frac{VP}{aporte} = \frac{200.85}{190.34} = 1.06$$

I = 60%

$$\frac{VP}{aporte} = \frac{160.26}{150.84} = 1.06$$

Rentabilidad :

TIR FINANCIERO = 52.59 %

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 10% del precio de venta del ácido bórico

CUADRO N° 6 - 24 FLUJO DE CAJA

(en miles de U.S.)

ÍTEMOS	AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales.		468.27	553.41	655.38	712.80	774.18	841.50	841.50	841.50	841.50	841.50
Costo total del producto		400.59	472.45	445.22	441.03	449.20	453.07	439.82	426.55	416.60	416.60
UTILIDAD BRUTA		67.68	130.96	210.16	271.77	324.98	388.43	401.68	414.95	424.90	424.90
Impuesto a la utilidad		23.69	52.38	84.06	122.30	146.24	174.79	180.76	186.73	191.21	191.21
UTILIDAD NETA		43.99	78.58	126.10	149.47	178.74	213.64	220.92	228.22	233.61	233.61
<u>DISTRIB. DE UTILIDADES</u>											
Investigación tecnológica		0.88	1.57	2.52	2.98	3.57	4.27	4.42	4.56	4.67	4.67
Trabajadores.		4.40	7.86	12.61	14.95	17.87	21.36	22.09	22.82	23.36	23.36
TOTAL DE DIST. DE UTILIDADES		5.28	9.43	15.13	17.94	21.44	25.63	26.51	27.38	28.03	28.03
Utilidad después de impuestos y distribución de utilidades		38.71	69.15	110.97	131.53	157.30	188.01	194.41	200.84	205.58	205.58
Depreciación.		21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04
FLUJO NETO DE CAJA		59.75	90.19	132.01	152.57	178.34	209.05	215.45	221.88	226.62	226.62
DEUDA		0	0	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
SALDO DE CAJA		59.75	90.19	107.01	127.57	153.34	184.05	190.45	196.88	201.62	201.62

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% del precio de venta del H₃BO₃.

Planta

Capacidad de diseño : 850 TM/año
 Inversión fija : U.S. 210,420
 Capital de trabajo : U.S. 52,661
 Intereses durante la construcción : U.S. 72,260
 Inversión Total : U.S. 340,341

CUADRO N° 6 - 25 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO
 (en miles de U.S.)

Año	Flujo de Caja	Fact.dcts. i = 40%	Valor pte.	Fact.dcts. i = 36%	Valor pte.
1982	(340.34)	1.000		1.000	
1983	77.08	0.714	55.04	0.735	56.65
1984	103.47	0.510	52.77	0.541	55.98
1985	137.17	0.364	49.93	0.398	54.59
1986	168.25	0.260	43.75	0.292	49.13
1987	195.36	0.186	36.34	0.215	42.00
1988	227.55	0.133	30.26	0.158	35.95
1989	233.96	0.095	22.23	0.116	27.14
1990	240.38	0.068	16.35	0.085	20.43
1991	245.21	0.048	11.77	0.063	15.44
1992	245.21	0.035	8.58	0.046	11.28

327.02

368.59

Comparación :

$$i = 40\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{327.02}{340.34} = 0.96$$

$$i = 36\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{368.59}{340.34} = 1.08$$

Rentabilidad : TIR económico : 37.76%

Tiempo de recuperación : 3.0 años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% del precio de venta del H_3BO_3

CUADRO N° 6 - 26 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO
(en miles de U.S)

Año	Saldo en Caja	Fact.dsct.	Valor pte.	Fact.dsct.	Valor pte.
		I = 50%		I = 60%	
1982	(190.34)	1.000		1.000	
1983	77.08	0.667	51.41	0.625	48.18
1984	103.47	0.444	45.94	0.391	40.46
1985	112.17	0.296	33.20	0.244	27.37
1986	143.25	0.198	28.36	0.153	21.92
1987	170.36	0.132	22.49	0.095	16.18
1988	202.55	0.088	17.82	0.060	12.15
1989	208.96	0.059	13.33	0.037	7.73
1990	215.38	0.039	8.40	0.023	4.95
1991	220.21	0.026	5.73	0.015	3.30
1992	220.21	0.017	3.74	0.009	1.98
			<u>217.10</u>		<u>184.23</u>

Comparación :

$$I = 50 \% \quad \frac{VP}{aporte} = \frac{217.10}{190.34} = 1.14$$

$$I = 60 \% \quad \frac{VP}{aporte} = \frac{184.23}{190.34} = 0.97$$

Rentabilidad : TIR financiero 58.14%

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% en el precio de venta del ácido bórico

CUADRO N° 6 - 27 FLUJO DE CAJA
(en miles de U.S.)

RUEROS	AÑOS	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales		498.56	578.57	685.17	745.20	809.37	879.75	879.75	879.75	879.75	879.75
Costo total del producto		400.59	422.45	445.22	441.03	449.20	453.09	439.82	426.55	416.60	416.60
Utilidad bruta		97.97	156.12	239.95	304.17	360.17	426.68	439.93	453.20	263.15	263.15
Imp. a la Utilidad		34.29	62.45	107.98	138.88	162.08	192.01	197.97	203.94	208.42	208.42
UTILIDAD NETA		63.68	93.67	131.97	167.29	198.09	234.67	241.96	249.26	254.73	254.73
DISTRIB. DE UTILIDADES											
Investigación tecnológica		1.27	1.87	2.64	3.35	3.96	4.69	4.84	4.99	5.09	5.09
Trabajadores		6.37	9.37	13.20	16.73	19.81	23.47	24.20	24.93	25.47	25.47
TOTAL DE DISTRIB. DE UTILIDADES		7.64	11.24	15.84	20.08	23.77	28.16	29.04	29.92	30.56	30.56
Utilidad despues de Imp. y distribución de utilidades		56.04	82.43	116.13	147.21	174.32	206.51	212.92	219.34	224.17	224.17
Depreciación		21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04
FLUJO DE CAJA NETO		77.08=	103.47	137.17	168.25	195.36	227.55	233.96	240.38	245.21	245.21
DEUDA		0	0	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
SALDO DE CAJA		77.08	103.47	112.17	143.25	170.36	202.55	208.96	215.38	220.21	220.21

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO: Aumento del 20% del precio de venta del H₃BO₃

Planta : ácido bórico técnico.

Capacidad de diseño ; 850 TM/año.

Inversión fija :U.S. 240,420

Capital de trabajo :U.S. 52,661

Intereses durante la construc. :U.S. 77,260

Inversión total :U.S. 340,341

CUADRO Nº 6 - 28 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO

(en miles de U.S.)

Año	Flujo de Caja	Fact.dcto. I = 40%	Valor pte.	Fact.dcto. I = 50%	Valor pte.
1982	(340.34)	1.000		1.000	
1983	85.93	0.714	61.07	0.667	57.05
1984	116.56	0.510	59.45	0.444	51.78
1985	151.59	0.364	55.18	0.296	44.87
1986	183.94	0.260	47.82	0.198	36.42
1987	212.39	0.186	39.50	0.132	28.04
1988	246.07	0.133	32.73	0.088	21.65
1989	252.48	0.095	23.98	0.059	14.90
1990	259.38	0.068	17.64	0.039	10.12
1991	253.71	0.048	12.66	0.026	6.86
1992	263.71	0.035	9.23	0.017	4.48

359.27

276.13

Comparación :

$$I = 50\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{276.13}{340.34} = 0.81$$

$$I = 40\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{359.27}{340.34} = 1.06$$

Rentabilidad : TIR económico : 42.28 %

Tiempo de recuperación 3.0 años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 20% del precio de venta del H_3BO_3 .

CUADRO N° 6 - 29 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de U.S)

Años	SANDE DE GANA	FACT. DCTO I = 60%	VALOR PIEL.	FACT.DCTO. I = 70%	VALOR P.te.
1982	(190.34)	1.000		1.000	
1983	85.53	0.625	53.46	0.588	50.29
1984	116.56	0.391	45.57	0.346	40.33
1985	126.59	0.244	30.89	0.204	25.82
1986	158.94	0.153	24.32	0.120	19.07
1987	187.39	0.095	17.80	0.070	13.12
1988	221.07	0.060	13.26	0.041	9.06
1989	227.48	0.037	8.42	0.024	5.46
1990	234.38	0.023	5.39	0.014	3.28
1991	238.71	0.015	3.58	0.008	1.91
1992	238.71	0.009	2.15	0.005	1.19

204.83

169.54

Comparación :

$$I = 60\% \quad \frac{VP}{\text{aporte}} = \frac{204.83}{190.34} = 1.08$$

$$I = 70\% \quad \frac{VP}{\text{aporte}} = \frac{169.54}{190.34} = 0.89$$

Rentabilidad : TIR financiero = 64.11%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 20% del precio de venta de H_3BO_3 .

CUADRO Nº 6 -30 FLUJO DE CAJA
(en miles de U.S.)

PERIODO	AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales.		510.84	603.57	714.96	777.60	844.56	918.00	918.00	918.00	918.00	918.00
Costo total del producto		400.59	422.45	445.22	441.03	449.20	453.07	439.82	425.55	416.60	416.60
UTILIDAD BRUTA		110.25	180.92	269.74	336.57	395.36	464.93	478.18	492.45	501.4	501.40
Imp. a la utilidad		38.59	72.37	121.38	151.46	177.91	209.22	215.18	221.60	225.63	225.63
UTILIDAD NETA		71.66	108.55	148.36	185.11	217.45	255.71	263.00	270.85	275.77	275.77
DISTRIBUCION DE UTILIDADES											
Investigación tecnológica		1.43	2.17	2.97	3.70	4.35	5.11	5.26	5.42	5.52	5.52
Trabajadores.		7.17	10.86	14.84	18.51	21.75	25.57	26.30	27.09	27.58	27.58
TOTAL DE DISTRIBUCION DE UTIL.		8.60	13.03	17.81	22.21	26.10	30.68	31.56	32.51	33.10	33.10
Utilidad después de impuesto y distrib. de utilidades		64.49	95.52	130.55	162.90	191.35	225.03	231.44	238.34	242.67	242.67
Depreciación		21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04	21.04
FLUJO DE CAJA		95.53	116.56	151.59	183.94	212.39	246.07	252.48	259.38	263.71	263.71
DEUDA		0	0	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
SALDO DE CAJA		95.53	116.56	126.59	158.94	187.39	221.07	227.48	234.38	234.38	238.71

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO :Aumento del 5% de la inversión.

Planta : ácido bórico.

Capacidad de diseño : 850 TN/año.

Inversión fija :U.S. 220,941

Capital de trabajo : " 55,294

Interes durante la construc. " 81,123

Inversión total U.S: 357,358

CUADRO N° 6 - 31 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO

(en miles de U.S.)

Año	flujo de caja	Fact.desc. I = 24%	Valor pte.	Fact.desc. I = 28 %	Valor pte.
1982	(357.36)	1.000		1.000	
1983	35.83	0.806	28.88	0.781	27.90
1984	64.64	0.650	42	0.610	39.43
1985	98.43	0.524	51.58	0.477	46.95
1986	128.50	0.423	54.36	0.373	47.93
1987	143.00	0.341	48.76	0.291	41.61
1988	171.07	0.275	47.04	0.227	38.83
1989	177.86	0.222	39.48	0.178	31.66
1990	184.58	0.179	33.04	0.139	25.66
1991	189.60	0.144	27.30	0.108	20.48
1992	189.60	0.116	21.99	0.085	16.12

394.46

336.65

Comparación :

$$I = 32\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{394.46}{357.36} = 1.10$$

$$I = 36\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{336.65}{357.36} = 0.94$$

RENTABILIDAD : TIR ECONOMICO = 26.57 %

Tiempo de recuperación : 4.5 años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO :Aumento del 15 por ciento de la inversión

CUADRO Nº 6 - 32 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de U.S.)

Año	Saldo de caja	Fact.desc. I = 36 %	valor pte.	Fact.desc. I = 40 %	Valor pte.
1982	(199.86)	1.000		1.000	
1983	35.83	0.735	26.34	0.714	25.58
1984	64.64	0.541	34.97	0.510	32.97
1985	72.18	0.398	28.73	0.364	26.27
1986	102.25	0.292	29.86	0.260	26.59
1987	116.75	0.215	25.10	0.186	21.72
1988	144.82	0.158	22.88	0.133	19.26
1989	151.61	0.116	17.59	0.095	14.40
1990	158.33	0.085	13.46	0.068	10.77
1991	163.35	0.068	10.29	0.048	7.84
1992	163.35	0.046	7.53	0.035	5.72

216.74

191.11

Comparación :

$$I = 36 \% \frac{VP}{I_t} = \frac{216.74}{199.86} = 1.08$$

$$I = 40 \% \frac{VP}{I_t} = \frac{191.11}{199.86} = 0.96$$

Rentabilidad : TIR financiero : 38.63 %

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Caso : Aumento del 5% de la inversión.

Intereses y amortizaciones del préstamo.

Monto del préstamo : U.S. 157,500

CUADRO N° 6 - 33 (en miles de U.S.)

Semestre	Año	Repago	Saldo	Interés	Total
-2	1982	0	157.500	40.556	40.556
-1	1982	0	157.500	40.556	40.556
-0					
-1	1983	0	157.500	40.556	40.556
-2	1983	0	157.500	40.556	40.556
-3	1984	0	157.500	40.556	40.556
-4	1984	0	157.500	40.556	40.556
-5	1985	13.125	144.375	40.556	536.81
-6	1985	13.125	131.25	371.77	50.302
-7	1986	13.125	118.125	33.797	46.922
-8	1986	13.125	105.00	30.417	43.542
-9	1987	13.125	91.875	27.038	40.163
10	1987	13.125	78.75	23.658	36.783
11	1988	13.125	65.625	20.278	33.403
12	1988	13.125	52.50	16.898	30.023
13	1989	13.125	39.375	13.519	26.644
14	1989	13.125	26.25	10.139	23.264
15	1990	13.125	13.125	6.759	19.884
16	1990	13.125	0	3.340	16.544

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 5% de la Inversión

CUADRO Nº 6 - 34 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

(en miles de U.S.)

Rubros	Años	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Factor de Operación		55.65	65.76	77.88	84.71	92.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<u>COSTOS VARIABLES</u>											
Materia Prima		75.72	89.49	106.01	109.83	125.22	135.95	135.95	135.95	135.95	135.95
M.O y Superv.		150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98
Serv. Industriales.		40.78	48.24	57.04	62.04	67.46	73.36	73.36	73.36	73.36	73.36
Mant. y Reparación		4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42
Suministrps. de Ope.		2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21
TOTAL DE COSTOS VARIABLES		274.11	295.34	320.66	329.48	350.29	366.92	366.92	366.92	366.92	366.92
<u>COSTOS FIJOS</u>											
Depreciación		22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09
Imp. no a la Renta		4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42
Gastos Grals. de Planta		11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05
Seguros		2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21
Interés del Préstamo		81.11	81.11	77.67	64.21	50.70	37.18	23.66	10.10	0	0
TOTAL DE COSTOS FIJOS		120.88	120.88	117.44	103.98	90.47	76.95	63.43	49.87	39.77	34.77
COSTOS DE MANUFACTURA		394.99	416.22	438.10	433.46	440.76	443.87	430.35	416.79	406.69	406.69
<u>GASTOS GENERALES</u>											
Administración		4.39	4.16	4.38	4.33	4.41	4.44	4.30	4.17	4.07	4.07
Ventas		7.90	8.32	8.76	8.67	8.82	8.88	8.61	8.33	8.13	8.13
TOTAL DE GASTOS GENERALES		11.85	12.48	13.14	13.00	13.23	13.32	12.91	12.50	12.20	12.20
COSTO TOTAL DEL PRODUCTO		406.84	428.70	451.24	446.46	453.99	457.19	443.16	429.29	418.89	418.89

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CUADRO N° 6 - 35 FLUJO DE CAJA (en miles de U.S)

CASO : Aumento del 5% de la inversión.

Rubros	Años :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales		425.70	503.10	595.80	648.00	703.80	765.00	765.00	765.00	765.00	765.00
Costo total del producto		406.84	428.70	451.24	446.46	453.99	457.19	443.16	429.29	418.89	418.89
UTILIDAD BRUTA		18.86	74.40	144.56	201.54	249.81	307.81	321.84	335.71	346.11	346.11
Imp. a la Utilidad.		6.60	26.04	57.82	80.62	112.41	138.51	144.83	151.07	155.07	155.75
UTILIDAD NETA		12.26	48.36	86.74	120.92	137.40	169.30	177.01	184.64	190.36	190.36
DISTRIBUCION DE UTILIDADES											
Investigación Tecnológica		0.25	0.97	1.73	2.42	2.75	3.39	3.54	3.69	3.81	3.81
Trabajadores .		0.13	4.84	8.67	12.09	13.74	16.93	17.70	18.46	19.04	19.04
TOTAL DE DIST. DE UTILIDADES		1.48	5.81	10.40	14.51	16.49	20.32	21.24	22.15	22.85	22.85
Utilidad después de impuestos y Dist. de Utilidades.		13.74	42.55	76.34	106.41	120.91	148.98	155.77	162.79	167.51	167.51
Depreciación		22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09	22.09
FLUJO DE CAJA NETO		35.83	64.54	98.43	128.50	143.00	171.07	177.86	184.58	189.60	189.60
DEUDA		0	0	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25
SALDO DE CAJA		35.83	64.64	72.18	102.25	116.75	144.82	151.61	158.33	163.35	163.35

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 10 % de la inversión.

CUADRO Nº 6 - 37 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de US.)

Año	Saldo de Caja	Fact.dsc. I = 32%	Valor pte.	Fact.dsc. I = 36%	Valor pte.
1982	(209.37)	1.000		1.000	
1983	30.32	0.758	22.98	0.735	22.29
1984	61.09	0.574	35.64	0.541	33.59
1985	58.57	0.435	25.48	0.398	23.31
1986	84.20	0.329	27.70	0.292	24.59
1987	109.72	0.250	27.43	0.215	23.59
1988	129.91	0.189	24.55	0.158	20.53
1989	135.96	0.143	19.44	0.116	15.77
1990	143.02	0.108	15.45	0.085	12.16
1991	144.04	0.082	11.81	0.063	9.07
1992	144.03	0.062	8.93	0.046	6.63

219.41

191.52

Comparación : I = 32% $\frac{VP}{I_t} = \frac{219.41}{209.37} = 1.05$

I = 36% $\frac{VP}{aporte} = \frac{191.52}{209.37} = 0.91$

Rentabilidad : I =
El TIR financiero : 33.44 %

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 10% de la inversión.

Monto del préstamo : US\$ 165,000.00

CUADRO N° 6 + 38 INTERESES Y AMORTIZACIONES DEL PRÉSTAMO.

(en miles de US\$)

Semestre	año	Repago	Saldo	Intereses	Total
-2	1982	0	165.00	42.49	42.49
-1	1982	0	165.00	42.49	42.49
0					
1	1983	0	165.00	42.49	42.49
-2	1983	0	165.00	42.49	42.49
-3	1984	0	165.00	42.49	42.49
-4	1984	0	165.00	42.49	42.49
-5	1985	13.75	151.25	42.49	56.24
-6	1985	13.75	137.50	38.95	52.70
-7	1986	13.75	123.75	35.41	49.16
-8	1986	13.75	110.00	31.87	45.62
-9	1987	13.75	96.25	28.33	42.08
10	1987	13.75	82.50	24.78	38.53
11	1988	13.75	68.75	21.24	34.99
12	1988	13.75	55.00	17.70	31.45
13	1989	13.75	41.25	14.16	27.91
14	1989	13.75	27.50	10.62	24.37
15	1990	13.75	13.75	7.08	20.83
16	1990	13.75	0	3.54	17.29

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASA :Aumento del 10% de la inversión fija.

CUADRO N° 6 - 39 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

(en miles de U.S.)

RUBROS	AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	P 1989	1990	1991	1992
Factor de Operación		55.65	65.76	77.88	84.71	92.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<u>COSTOS VARIABLES</u>											
Materia Prima		75.72	89.40	106.01	109.83	125.22	135.95	135.95	135.95	135.95	135.95
M.O y Supervisión		150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98
Servicio industriales		40.78	48.22	57.04	62.04	67.46	73.36	73.36	73.36	73.36	73.36
Mant. y/ Reparación		4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63
Suministros de Operación		2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
TOTAL DE COSTOS VARIABLES		274	295.66	320.98	329.80	350.61	367.24	367.24	367.24	367.24	367.24
<u>COSTOS FIJOS</u>											
Depreciación		23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15
Imp. no a la renta		4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63
Seguros.		2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
Gastos Generales de Planta		11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57
Intereses del Préstamo		84.98	84.98	108.94	94.78	80.61	66.44	52.28	38.12	0.	0
TOTAL DE COSTOS FIJOS		126.71	126.71	150.67	136.55	122.84	108.17	94.01	79.85	41.73	41.73
COSTO DE MANUFACTURA		401.14	422.37	471.65	466.31	473.55	475.41	461.25	447.09	408.97	408.97
Administración		4.01	4.22	4.72	4.66	4.74	4.75	4.61	4.47	4.09	4.09
Ventas		3.02	8.45	9.43	9.33	9.47	9.51	9.23	8.94	8.18	8.18
Total de Gastos Generales		12.03	12.67	14.15	13.99	14.21	14.26	13.84	13.41	16.27	16.27
COSTO TOTAL DEL PRODUCTO		413.17	435.04	485.80	480.30	487.76	489.67	475.09	460.50	421.24	421.24

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 10% de la inversión.

CUADRO N° 6-40 FLUJO DE CAJA

(en miles de U.S.)

RUBROS	ANOS : 1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales.	425.70	503.10	595.80	648.00	703.80	765.00	765.00	765.00	765.00	765.00
Costo total del producto.	413.17	435.04	485.80	480.30	487.76	489.67	475.09	460.50	421.24	421.24
UTILIDAD BRUTA	12.53	68.06	110.00	167.70	216.04	275.33	289.91	304.50	343.76	343.76
Imp. a la Utilidad.	4.39	23.82	38.5	67.08	86.42	123.90	130.45	137.03	154.69	154.69
UTILIDAD NETA	8.14	44.24	71.5	100.62	129.62	151.43	159.46	167.47	169.07	169.07
<u>DISTRIBUCION DE UTILIDADES</u>										
Investigación tecnológica.	0.16	0.88	1.43	2.01	2.59	3.03	3.11	3.35	3.78	3.78
Trabajadores.	0.81	4.42	7.15	10.06	12.96	15.14	15.91	16.75	16.91	16.91
TOTAL DE DISTRIB. DE UTILIDAD	9.97	5.30	8.58	12.07	15.55	18.17	19.14	20.10	20.69	20.69
Utilidad después de Imp. y distribu distribución de utilidades.	7.17	38.94	62.92	88.55	114.07	133.26	140.31	147.37	148.38	148.38
Depreciación.	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15	23.15
FLUJO DE CAJA NETO	30.32	62.09	86.07	111.70	137.22	156.41	163.46	170.52	171.53	171.53
DEUDA	0	0	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50
SALDO DE CAJA	30.32	62.09	58.57	84.20	109.72	129.91	135.96	143.02	144.03	144.03

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% de la inversión.

Planta : ácido bórico.
 Capacidad de diseño : 850 TM/ año.
 Inversión fija : U.S. 241,983
 Capital de trabajo : U.S. 60,560
 Intereses durante la construcción: U.S. 88,849
 Inversión total : U.S. 391,392

CUADRO N° 6-41 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO

(en miles de U.S.)

Año	Flujo de Caja	Fact.Desct. i = 20%	Valor pte.	Fact.Desct. i = 24 %	Valor Pte.
1982	(391.39)	1.000		1.000	
1983	27.84	0.833	23.19	0.806	22.44
1984	59.60	0.694	41.36	0.650	38.74
1985	94.09	0.579	54.48	0.524	49.30
1986	124.88	0.482	60.19	0.423	52.82
1987	140.50	0.402	56.48	0.341	47.91
1988	170.70	0.335	57.18	0.275	46.94
1989	176.60	0.279	49.27	0.222	39.21
1990	183.98	0.233	42.87	0.179	32.93
1991	189.51	0.194	36.76	0.144	27.29
1992	189.51	0.162	30.70	0.116	21.98

452.48

379.57

Comparación :

$$i = 24\% \quad \frac{VF}{I_t} = \frac{379.57}{391.39} = 0.97$$

$$i = 20\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{452.48}{391.39} = 1.16$$

Rentabilidad : TIR económico : 23.37 %
 Tiempo de recuperación : 45 años

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% de la inversión.

CUADRO N° 6-42 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de U.S.)

Año	Saldo de Caja	Fact.Desct. i = 36%	Valor Pte.	Fact.Desct. i = 32%	Valor P.
1982	(218.73)	1.000		1.000	
1983	27.84	0.735	20.46	0.758	21.10
1984	50.60	0.541	32.24	0.574	34.21
1985	65.34	0.398	26.00	0.435	28.42
1986	96.13	0.242	28.07	0.329	31.63
1987	111.75	0.215	24.03	0.250	27.94;
1988	141.95	0.158	22.43	0.189	26.83
1989	147.85	0.116	17.15	0.143	21.14
1990	155.23	0.085	13.14	0.108	16.76
1991	160.76	0.063	10.13	0.082	13.18
1992	160.76	0.046	7.39	0.062	9.97
			<u>201.09</u>		<u>231.19</u>

Comparación :

$$i = 32\% \quad \frac{VP}{\text{aporte}} = \frac{231.19}{218.73} = 1.06$$

$$i = 36\% \quad \frac{VP}{\text{aporte}} = \frac{201.09}{218.73} = 0.92$$

Rentabilidad : TIR financiero : 32.42 %

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% de la inversión

Monto del préstamo :U.S. 172,500

CUADRO N° 6- 43 INTERESES Y AMORTIZACIONES DEL PPESTAMO

(en miles de U.S.)

Semestre	Año	Repago	Saldo	Intereses	Total
-2	1982	0	172.50	44.42	44.42
-1	1982	0	172.50	44.42	44.42
-0					
-1	1983	0	172.50	44.42	44.42
-2	1983	0	172.50	44.42	44.42
-3	1984	0	172.50	44.42	44.42
-4	1984	0	172.50	44.42	44.42
-5	1985	14.375	158.125	44.42	58.80
-6	1985	14.375	143.750	40.72	55.10
-7	1986	14.375	129.375	37.02	51.40
-8	1986	14.375	115.000	33.31	46.69
-9	1987	14.375	100.625	29.61	43.99
10	1987	14.375	86.250	25.91	40.29
11	1988	14.375	71.875	22.21	36.59
12	1988	14.375	57.500	15.51	29.89
13	1989	14.375	43.125	14.81	29.19
14	1989	14.375	28.750	11.10	25.48
15	1990	14.375	14.375	7.40	21.78
16	1990	14.375	0	3.70	18.08

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CAÑO : Aumento del 15% de la inversión

CUADRO N° 6-44 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

(en miles de US.)

RUBROS	AÑOS	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Factor de Operación		55.65	65.76	77.88	84.71	92.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<u>COSTOS VARIABLES</u>											
Materia Prima		75.72	89.49	106.01	109.83	125.22	135.95	135.95	135.95	135.95	135.95
M.O y Supervisión		150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98
Servicios Industriales		40.78	48.24	57.04	62.04	67.46	73.36	73.36	73.36	73.36	73.36
Mantenimiento y Reparac.		4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84
Suministros de Operación		2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
<u>TOTAL DE COSTOS VARIA-</u>											
<u>BLES</u>		284.74	295.97	321.29	330.11	350.92	367.55	367.55	367.55	367.55	367.55
<u>COSTOS FIJOS</u>											
Depreciación		24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20
Imp.no a la renta		4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84
Seguros		2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
Gastos Grals.Planta		12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
Intereses de Préstamo		88.84	88.84	85.14	70.33	55.52	37.72	25.71	11.10	0	0
<u>TOTAL DE COSTOS FIJOS</u>		132.40	132.40	128.70	113.89	99.03	81.28	69.47	54.61	43.56	43.56
<u>COSTO DE MANUFACTURA</u>		407.14	428.37	449.99	444.00	450.00	448.83	437.02	422.21	411.11	411.11
<u>COSTOS GENERALES</u>											
Administración		4.07	4.28	4.50	4.44	4.50	4.49	4.37	4.22	4.11	4.11
Ventas		8.14	8.57	9.00	8.88	9.00	8.98	8.74	8.44	8.22	8.22
<u>TOTAL DE GASTOS GENERALES</u>		12.21	12.85	13.50	13.32	13.50	13.47	13.11	12.66	12.33	12.33
<u>COSTO TOTAL DEL PRODUC.</u>		419.35	441.22	463.49	457.32	463.50	462.30	450.13	434.87	423.44	423.44

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 15% de la inversión.

CUADRO N° 6-45 FLUJO DE CAJA

(en miles de S U.S.)

RUBROS	AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales.		425.70	503.10	595.85	648.00	703.80	965.00	765.00	765.00	765.00	765.00
Costo total del producto		419.35	441.22	463.49	457.32	463.50	462.30	450.13	434.87	423.44	423.44
UTILIDAD BRUTA		6.35	61.88	132.36	190.68	240.30	302.70	314.87	330.13	341.56	341.56
Imp. a la Utilidad		2.22	21.66	52.94	76.27	108.14	176.22	141.69	148.56	153.70	153.70
UTILIDAD NETA		4.13	40.22	79.42	114.41	132.16	166.48	173.18	181.57	187.86	187.86
<u>DISTRIBUCION DE UTILIDADES</u>											
Investigación Tecnológica		0.08	0.80	1.59	2.29	2.64	3.33	3.46	3.63	3.63	3.76
Trabajadores		0.41	4.02	7.94	11.44	13.22	16.65	17.32	18.16	18.79	18.79
TOTAL DE DISTRIB. DE UTILID.		0.49	4.82	9.53	13.73	15.86	19.98	20.78	21.79	22.55	22.55
Utilidad Después de Imp. y distrib. de utilidades		3.64	35.4	69.89	100.68	116.30	146.50	152.40	159.78	165.31	165.31
Depreciación		24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20	24.20
FLUJO DE CAJA NETO		27.84	59.60	94.09	124.88	140.50	170.70	176.60	183.98	189.51	189.51
DEUDA		0	0	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
SALDO DE CAJA		27.84	59.60	65.34	96.13	111.75	141.95	147.85	155.23	160.76	160.76

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 20% de la inversión

Planta : ácido bórico técnico.
 Capacidad de diseño : 850 TM/año.
 Inversión fija : U.S. 252,504
 Capital de trabajo : U.S. 63,193
 Intereses durante la Const. : U.S. 92,700
 Inversión total : U.S. 408,397

CUADRO N° 6-46 DETERMINACION DEL TIR ECONOMICO
 (en miles de U.S.)

Año	Flujo de Caja	Fact.Dsct. I = 20%	Valor pte.	Fact.dsct. I = 24%	Valor pte.
1982	(408.39)	1.000		1.000	
1983	25.95	0.833	21.62	0.806	20.92
1984	57.08	0.694	39.61	0.650	37.10
1985	91.90	0.579	53.21	0.524	48.18
1986	122.84	0.482	59.21	0.423	51.96
1987	149.60	0.402	60.14	0.341	51.01
1988	168.23	0.335	56.36	0.275	46.26
1989	175.92	0.279	49.08	0.222	39.05
1990	183.71	0.233	42.80	0.179	32.88
1991	189.47	0.194	36.76	0.144	27.28
1992	189.47	0.162	30.69	0.196	21.98
			<u>449.48</u>		<u>376.60</u>

Comparación :

$$I = 20\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{449.48}{408.39} = 1.10$$

$$I = 24\% \quad \frac{VP}{I_t} = \frac{376.80}{408.39} = 0.92$$

Rentabilidad :

TIR económico : 22.22 %

Tiempo de recuperación : 4.5 años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO :Aumento del 20% de la Inversión

CUADRO N° 6-47 DETERMINACION DEL TIR FINANCIERO

(en miles de U.S.)

Año	Saldo de Caja	Fact.Dsct. I = 32%	Valor pte.	Fact.Dsct. I = 28 %	Valor pte.
1982	(228.43)	1.000		1.000	
1983	25.95	0.758	19.67	0.781	20.27
1984	57.08	0.574	32.76	0.610	34.82
1985	61.90	0.435	26.93	0.477	29.53
1986	92.84	0.329	30.54	0.373	30.90
1987	119.60	0.250	29.90	0.291	34.80
1988	138.23	0.189	26.13	0.227	31.38
1989	145.92	0.143	20.87	0.178	25.97
1990	153.71	0.108	16.60	0.139	21.37
1991	159.47	0.082	13.08	0.108	17.22
1992	174.47	0.062	10.82	0.085	14.83

227.29

261.09

Comparación :

$$I = 32\% \quad \frac{VP}{aporte} = \frac{227.29}{228.43} = 0.99$$

$$I = 28\% \quad \frac{VP}{aporte} = \frac{261.09}{228.43} = 1.14$$

Rentabilidad :

TIR financiero : 32.27%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 20% de la inversión.

Monto del préstamo : U.S. 180,000

CUADRO N° 6 - 48 INTERESES Y AMORTIZACIONES DE PRESTAMO

(En miles de S U.S.)

Semestre	Año	Repago	Saldo	Intereses	Total
-2	1982	0	180.00	46,32	46,35
-1	1982	0	180.00	46.35	46.35
0					
-1	1983	0	180,00	46.35	46.35
-2	1983	0	180.00	46.35	46.35
-3	1984	0	180.00	46.35	46.35
-4	1984	0	180.00	46.35	46.35
-5	1985	15.00	165.00	46.35	61.35
-6	1985	15.00	150.00	42.49	57.49
-7	1986	15.00	135.00	38.63	53.63
-8	1986	15.00	120.00	34.76	49.76
-9	1987	15.00	105.00	30.90	45.90
-10	1987	15.00	90.00	27.04	42.04
-11	1988	15.00	75.00	23.18	38.18
-12	1988	15.00	60.00	19.31	34.31
-13	1989	15.00	45.00	15.45	30.45
-14	1989	15.00	30.00	11.59	26.59
-15	1990	15.00	15.00	7.73	22.73
-16	1990	15.00	0	3.86	18.86

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 20% de la Inversión.

CUADRO N° 6 - 49 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

(en miles de U.S.)

RUBROS	AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Factor de Operación		55.65	65.76	77.88	84.71	92.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<u>COSTOS VARIABLES</u>											
Materia Prima.		75.72	89.49	106.01	109.83	125.22	135.95	135.95	135.95	135.95	135.95
M.O y Supervisión		150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98	150.98
Serv. Industriales		40.78	48.24	57.04	62.04	67.46	73.36	73.36	73.36	73.36	73.36
Mant. y Reparación		5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
Suministros de Operación		2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
TOTAL DE COSTOS VARIABLES		275.06	296.29	338.61	330.43	351.24	367.87	367.87	367.87	367.87	367.87
<u>COSTOS FIJOS</u>											
Depreciación		25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25
Imp. no a la Renta		5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
Seguros		2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
Gastos Grales. de Planta		12.62	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62	12.62
Intereses del Préstamo		92.70	92.70	88.84	73.39	57.94	42.42	27.04	11.59	0	0
TOTAL DE COSTOS FIJOS		138.15	138.15	134.29	119.24	103.39	87.84	72.49	57.04	45.45	45.45
COSTOS DE MANUFACTURA		413.21	434.44	455.90	449.67	454.63	455.81	440.36	424.91	413.32	413.32
<u>GASTOS GENERALES</u>											
Administración		4.13	4.34	4.56	4.50	4.55	4.56	4.40	44.25	4.33	4.13
Ventas		8.26	8.68	9.12	9.00	9.10	9.12	88.80	8.50	8.26	8.26
TOTAL DE GASTOS GENERALES		12.39	13.02	13.68	13.50	13.65	13.70	13.20	12.757	12.39	12.39
COSTO TOTAL DEL PRODUCTO		425.60	447.46	469.58	4463.17	463.28	469.57	483.56	437.67	425.71	425.71

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

CASO : Aumento del 20% de la Inversión

CUADRO N° 6-50 FLUJO DE CAJA

(en miles de U.S.)

RUBROS	AÑOS :	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ventas totales.		425.70	503.10	595.80	648.00	703.80	765.00	765.00	765.00	765.00	765.00
Costo total del producto		425.60	447.46	469.58	463.17	468.28	469.59	453.56	437.60	425.71	425.71
UTILIDAD BRUTA		0.10	55.64	126.22	184.83	235.52	245.41	311.44	327.40	339.29	339.29
Impuesto a la Utilidad		0.20	19.47	50.49	73.93	94.21	122.93	140.15	147.33	152.68	152.68
UTILIDAD NETA		0.80	36.17	75.73	110.90	141.31	162.48	171.21	180.07	186.61	186.61
<u>DISTRIBUCION DE UTILIDADES</u>											
Investigación Tecnológica		0.02	0.72	1.51	2.22	2.83	3.25	3.42	3.60	3.73	3.73
Trabajadores		0.08	3.62	7.57	11.09	14.13	16.25	17.12	18.01	18.01	18.66
TOTAL DE DIST. DE UTILIDADES		0.10	4.34	9.08	13.31	16.96	19.50	20.54	21.61	22.39	22.39
Utilidad después de impuestos y distrib. de utilidades		0.70	31.33	66.65	97.59	124.33	142.98	150.67	158.46	164.22	164.22
Depreciación		25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25
FLUJO DE CAJA		25.95	57.08	91.90	122.84	149.61	168.23	175.92	183.71	189.47	189.47
DEUDA		0.	0	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	15.00
SALDO DE CAJA		25.95	57.08	61.90	92.84	119.61	138.23	145.92	153.71	159.47	174.47

CUADRO N° 6-

RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

RENTABILIDAD	CASO	BASE	AUMENTO DE LA INVERSIÓN				AUMENTO DEL PRECIO DE VENTA			
			+5%	+10%	+15%	+20%	+5%	+10%	+15%	+20%
ECONOMICO	27.65	26.57	23.38	32.28	30.56	31.63	35.09	37.76	42.28	
FINANCIERO	41.03	38.63	33.44			47.30	52.59	58.14	64.11	

6.9 -BALANCE DE DIVISAS

El crédito de las divisas por reemplazo de las importaciones se presentan en el cuadro N° 6-52

El balance esta dado por el crédito por reemplazo de importaciones, sobre los egresos no se parará cuotas por pago de préstamo externo, ni costos de operación en divisas siendo este rubro un egreso nulo, el ahorro de divisas esta dado únicamente por la sustitución de las importaciones.

El ahorro acumulado originado por el proyecto será - en:

1983	U.S. \$ 180,000.
1982	U.S. \$2'349,900.

CUADRO N^o 6 - 52

PLANTA DE ACIDO BORICO

ECONOMIA GENERACION O BALANCE DE DIVISAS

(en miles de US.)

Año	Crédito por reemplazo de importación.	Tonelada	Ahorro de divisas acumulado
1983	180.00	200	180.00
1984	227.70	253	227.70
1985	240.30	267	468.00
1986	294.30	327	762.30
1987	311.40	346	1073.70
1988	333.00	370	1406.70
1989	294.30	327	1701.00
1990	255.60	284	1956.60
1991	216.00	240	2172.60
1992	177.30	197	2349.90

10.-GENERACION DE MANO DE OBRA

El desarrollo de este proyecto generaría empleo directamente a 55 personas, quienes se dedicarían a la labores cotidianas de la empresa, el personal será distribuido de la siguiente manera:

Obreros	33
Empleados	17
Personal de Ventas	5
	<hr/>
Total	55 personas.

Además se considera que el proyecto generaría mano de obra en forma indirecta al personal que se dedicaría al transporte y comercialización del producto.

Asimismo se tiene en cuenta que el aumento de producción de las industrias consumidoras del ácido bórico, también incrementarían su mano de obra.

Estimando que la relación que existe entre la inversión y el empleo generado por el mismo. Este sería:

$$\frac{\text{Inversión}}{\text{Empleo}} = \frac{\text{U.S. } 340,341}{55} = \frac{\text{U.S. } 6,188}{\text{empleo.}}$$

Este coeficiente es razonable para este tipo de industria.

CAPITULO VII

CON CLUSIONES

En los estudios efectuados en el presente trabajo "Fabricación del ácido bórico a partir de la ulexita", se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- Se ha realizado un estudio preliminar que demuestra la conveniencia de proyectar una planta de ácido bórico en el país.
- 2.- Arequipa es el lugar asignado para la instalación de la planta.
- 3.- El desarrollo de este proyecto permite la industrialización del país y evita la fuga de divisas (importación de ácido bórico).
- 4.- La capacidad de la planta es de 850 TM/A de ácido bórico seco de grado técnico.
- 5.- Se trata de reducir la exportación de la ulexita, para aprovechar e incrementar nuestros recursos disponibles.
- 6.- En el país, la demanda de consumo de ácido bórico es cada vez mayor, debido al aumento de producción de las diferentes industrias que consumen el producto.
- 7.- Generación de mano de obra con una inversión de 6189 empleo, ya que el coeficiente para la industria química es de U.S. 8800/empleo.

8.- El capital de inversión es el siguiente:

Inversión fija	U.S. 210,420
Capital de trabajo	" 52,661
Intereses durante la Const.	" <u>77,260</u>
INVERSION TOTAL	U.S. 340,341

- 9.- La tecnología seleccionada, es el método del ácido sulfúrico por ser el que presenta un mayor rendimiento y calidad del ácido bórico.
- 10.- La planta empezará a operar a partir de 1983 con un factor de servicio del 55.85 % hasta completar el 100% en 1982:
- 11.- Se ha establecido una financiación del 55.93% como recurso propio y un 44.07% como préstamo blando a largo plazo.
- 12.- El punto de equilibrio es de 15.%;
- 13.- La evaluación económica nos da un TIR económico del 27.65% y un TIR financiero de 41.03%.
- 14.- Del análisis de sensibilidad nos indica que el incrementar la inversión el TIR económico y financiero disminuye respectivamente; al incrementar el precio de venta el TIR económico y financiero aumentan considerablemente.
- 15.- Llevar a cabo este proyecto para satisfacer la demanda Nacional y parte del mercado del Grupo Andino.
- 16.- El precio del producto propuesto es de U.S. 900 la tonelada incluido el 16 % de impuestos de bienes y servicios.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES.

Se sugiere las recomendaciones siguientes:

- 1.- Realizar estudios detallados de la fabricación de los diboranos que son combustibles de alta energía para la aviación.
- 2.- Establecer vínculos necesarios con las firmas interesadas en llevar a cabo este proyecto.
- 3.- Incrementar el valor agregado de la ulexita, evitando la exportación del mineral, es decir fabricando el ácido bórico.
- 4.- Comprar los equipos y maquinarias de los fabricantes nacionales para evitar las fugas de divisas, y depender de los repuestos y accesorios de fabricación -- extranjera.
- 5.- Realizar este proyecto a corto plazo, debido al aumento de la demanda por lo cual motiva su importancia

CAPÍTULO IX

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- 1.- Ministerio de Industria, turismo e Integración.
Asociación de Exportadores (Adex)
Ministerio de Economía y Comercio.
"Anuarios de Comercio Interior y Exterior".
- 2.- John H Perry "Manual del Ingeniero Químico"
Mc Graw Hill Book Co 1963.
- 3.- Kirk- Othmer "Enciclopedia Tecnológica Química"
Uteha México 1961.
- 4.- Rietschel-Raiss "Tratado de Calefacción, Ventilación y
Acondicionamiento de Aire" Editorial Labor S.A. 1963.
- 5.- MC CABE Smith "operaciones básicas de ingeniería quími
ca" Reverté S.A. 1970.
- 6.- OCON- TOJO "Problemas de Ingeniería Químicas" Editorial
Aguilar Barcelona 1968.
- 7.- Octave Leven Spiel "Ingeniería de las Reacciones Quími
cas"
- 8.- Síntesis Semanal "El semanario de conaco"
- 9.- Revista Mineral Year Book.
- 10.- FRITZ ULLMAN "Enciclopedia de Química Industrial"
Editorial Gustavo Gili 2da. Edición.
- 11.- F. STOHMANN-BRUÑO "Enciclopedia Química Industrial
Editorial Barcelona Tomo XLL.
- 12.- K. WINNACKERYE WEINGAERTNER "Química Industrial Inorgá
nica" Editorial Gustavo Gili S.A.
- 13.- INTERNATIONAL Critical Tables OF Numerical Dater DHYSIIS,
Chemistry and Technology.
Editorial Graw - Hill Book co 1933.
- 14.- Dana - Hurlburt "Manual de Mineralogía"
Editorial Reverté S.A. 2da. Edición.

- 15.- Industria Química en el área andina Comité Química de la Sociedad de Industrias del Perú 1972.
- 16.- Revista Española "Industrial WORDL"
- 17.- Robert Trybal "Transferencia de Masa" "MC Graw-Hill Book CO 1968
- 18.- Broun "Operaciones Básicas de Ingeniería Química" Editorial Marín S.A. Barcelona 1968.
- 19.- Norris SHREVE "Industrias de Procesos Químicos" Editorial Dossett S.A. Madrid.
- 20.- Peter and Timmerhans "Plant Desing and económica for chemical Enginiers" MC Graw - Hill Editorial 1968.
- 21.- Kern Donald "Procesos de Transferencia de calor" SUCSA México 1965.
- 22.- Glastove Samuel "Termé din ancila para Química" Editorial Aguilar 1968.
- 23.- Hougen - Wattson "Principales Procesos Químicos" Editorial John Winley.
- 24.- Starley Walas "Cinética de reacción Química" Editorial Aguilar 1968.
- 25.- J. M. Smith "Ingeniería de la Cinética CIA" Editorial Continental S.A. 1970.
- 26.- Marron y Prutton "Fundamento de Físico Química" MC Graw - Hill México 1970.
- 27.- Aries y Newton "Chemical Engineering Cost Estimation" MC Graw - Hill Book 1955.
- 28.- SIR Edward Thorpe. Enciclopedia de Química Industrial" Editorial Labor S.A. Barcelona.
- 29.- ARTHUR Y ELIZABETH ROSE "Diccionario de Química y Pro_{ductor} Químicos" Ediciones Omega S.A.
- 30.- Ignacio Puig "Gran Formulario Industrial" Editorial Sopena Argentina.

ANEXO A

HISTORIA DEL ACIDO BORICO

De fecha mucho mas remota son las noticias que, hpor tradición nos llegan del compuesto más importante del ácido bórico el bórax, nombre que deriva de la palabra de origen árabe - BAURACH con la que se menciona ya esta sal en obras de química de la Edad Media, del sabio árabe DSCHABIR (GEBER en Latín) Durante siglos, el único mineral de boro conocido fue el - TINKAL , obtenido de Lagos interiores de la India, el cual - en el año 1,500 era refinado en Venecia, desde donde se enviaba al comercio como bórax refinado.

En 1,702, el químico Guillermo Hemberg obtuvo un ácido del bórax y lo llama Sal Sedativum, los primeros conocimientos acerca del carácter del ácido bórico y de sus propiedades químicas como el engendrador de sales datan del año 1,748, en el que BARON lo reconoció como uno de los componentes del bórax, obtenido artificialmente neutralizando con sosa la sal sedativa (sal sedativum de Homberg).

La obtención industrial del ácido bórico de las Lagunas de Toscana, en que lo descubrió HOEFER en 1776 empezó en Lardarel en 1815, quién introdujo al mercado con el nombre de ácido bórico Toscana.

Por la explotación Técnica de las Termas naturales, así como las operaciones hechas con posterioridad por DUBVAL, llegó - la fabricación de TOSCANA a una altura de estos manantiales, juntamente con el Tinkal cubrieron durante 50 años las necesidades comerciales en boratos.

Pero cuando al principio de la década del 1,880 fueron descubiertas grandes existencias de bórax que almacenan los Lagos de California (Clear y otros), la industria del bórax de los Estados Unidos , cada vez más floreciente y conocedora de

de las necesidades mundiales de boratos hizo tal competencia al de Toscana.

Una segunda etapa en esta industria de EE.UU. se inició con el descubrimiento de enormes cantidades de borax natural -- cristalizado en las costras salinas que cubren los terrenos pantanosos de Nevada lo que le dio lugar a que se establecieran en las inmediaciones gran número de refinerías, que estuvieron en auge durante un periodo de 10 años hasta que con el laboreo de las minas de boraxcal (ulexita), apareció con una nueva concurrencia en el mercado de los boratos, y por último. otra fase de esta industria en los EE.UU., la produjo el descubrimiento de COLEMAN, hacia el año 1890, de grandes estratos de borato cálcico en las elevaciones volcánicas que limitan al oeste los terrenos pantanosos que se consideran como el origen de los yacimientos de borax de aquella región.

Estos yacimientos de Colemanita, que transformaron por completo esta industria, fueron de la mayor significación, tanto por la abundancia del mineral como su riqueza y fácil beneficio. Todavía en 1921 se ha reseñado un nuevo yacimiento de -- CLARK COUNTY (Nevada)

En el que se calcula que hay mas de 1/2 millón de toneladas de Colemanita.

Actualmente el ácido bórico se elabora por tratamiento de los boratos con ácidos fuertes inorgánicos para satisfacer la demanda mundial.

ANEXO

DETALLE	PUNTAJE DE INCIDENCIA EN :			TOTAL
	PRODUCCION	INVERSION	TECNOLOGIA	
<u>5.2.1.1. Mediante los Ácidos o Sales Ácidos</u>				
1.- Método Lunge	6	2	6	14
2.- Método Acido Sulfúrico	6	4	6	16
3.- Método Acido Sulfúroso	4	3	5	11
<u>5.2.1.2. Por las Sales Neutras o Alcalinas</u>				
1.- Método Bisulfato Sódico	2	4	4	10
2.- Método Sulfato Calcico	2	4	4	10
3.- Métodos Compuestos amónicos	2	4	4	10
<u>5.2.1.3.-Por el Cloro</u>	5	2	4	11
<u>5.2.1.4.-Por Electrolisis</u>	4	2	2	10

Conclusión : La ponderación de los puntajes señala que el método del ácido sulfúrico por sus alcances es el que se va a utilizar.

ANEXO D

INDICE DE FORMULAS

- 1.- Tomo I Jonk Perry pag. 443
- 2,3,5 Tomo I Jonh Perry pag. 521
- 4.- International Critical Tables of Numerical DATA Physics
- 6.- SATECI, experiencia productos de muchos años en la fabricación de tanques y equipos de metal mecánica.
- 7.- Tomo II Jonh Perry pag. 2142 - 2143 proceso de selección de tanques cilindros verticales y horizontales.
- 8.- Jonh Perry pag. 915 - 917
- cap. Mc Cabe Smith . Tomo II
- 9,10,11,12,13. Tomo II Perry John pag. 1918
- 14MC Cabe Smith pag. 265 - 268
- 15 Mc Cabe Smith pag. 263 (fig. 9 - 14)
- 16 Mc Cabe Smith pag. 271
- 17 Mc Cabe Smith pag. 455
- 18,19,20 Donald Kern transferencia de calor.
- 21.- Tomo II Perry John pag. 2190-2207
- 22,23 Ocon - Teje Operaciones Básicas pag. 343.
- 24 " " " " pag. 357.
- 25 " " " " pag. 346.
- 26 " " " " pag. 358.
- 27 " " " " pag. 359.
- 28 John Perry Tome II pag.1666.
- 29 John Perry Tome II pag.1642.
- 30,31,32 Ocon Teje pag. 269.
- 33,34,35 Ocon Teje pag. 301.
- 36.-Ocon Teje pag. 263.
- 37,38 John Perry pag.1300.
- 40, John Perry Tome II pag. 1570.
- 39,41,42. Riets CHEL - Raias tratado de calefacción. ventilación y acondicionamiento de aire.

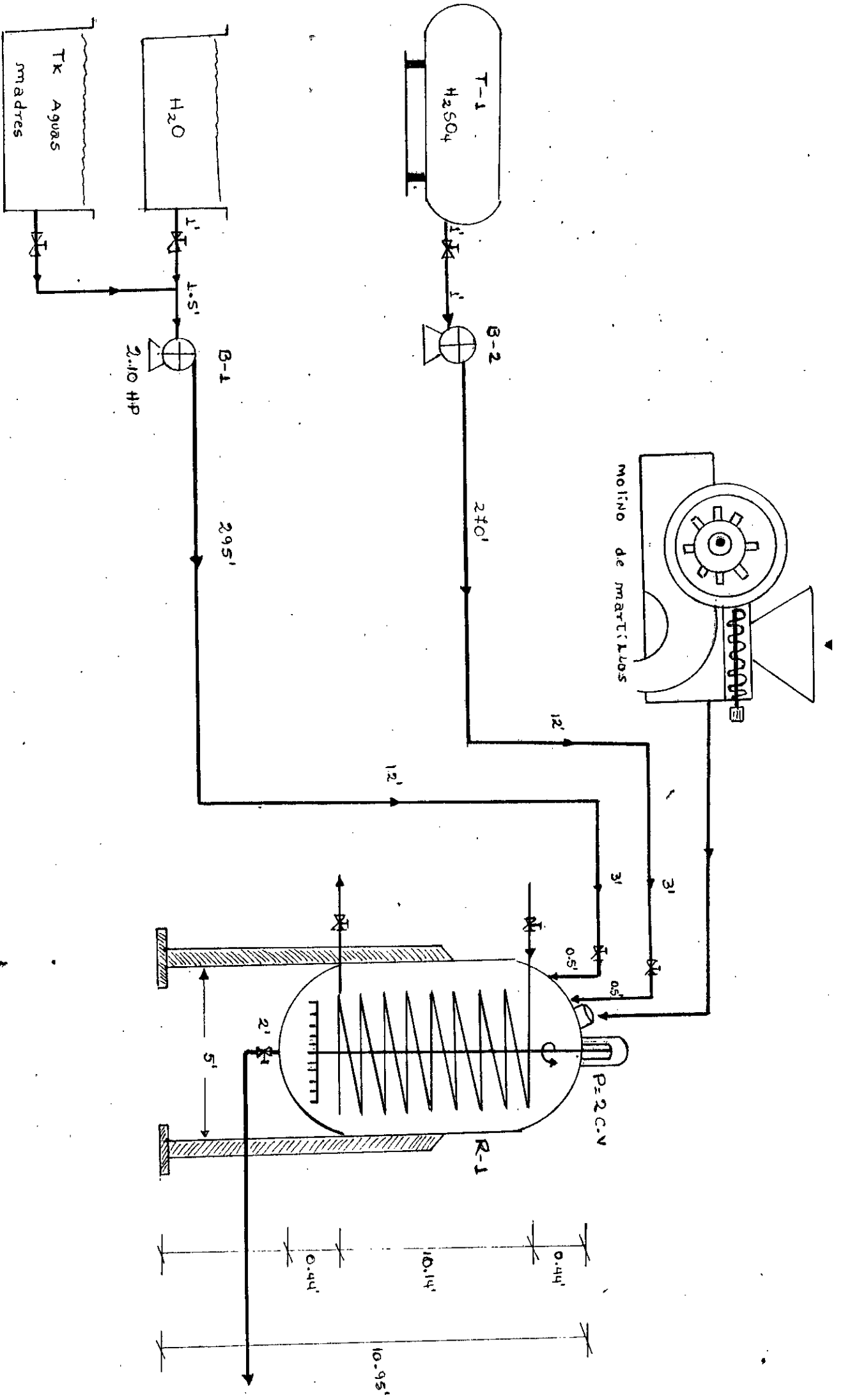


DIAGRAMA N°1

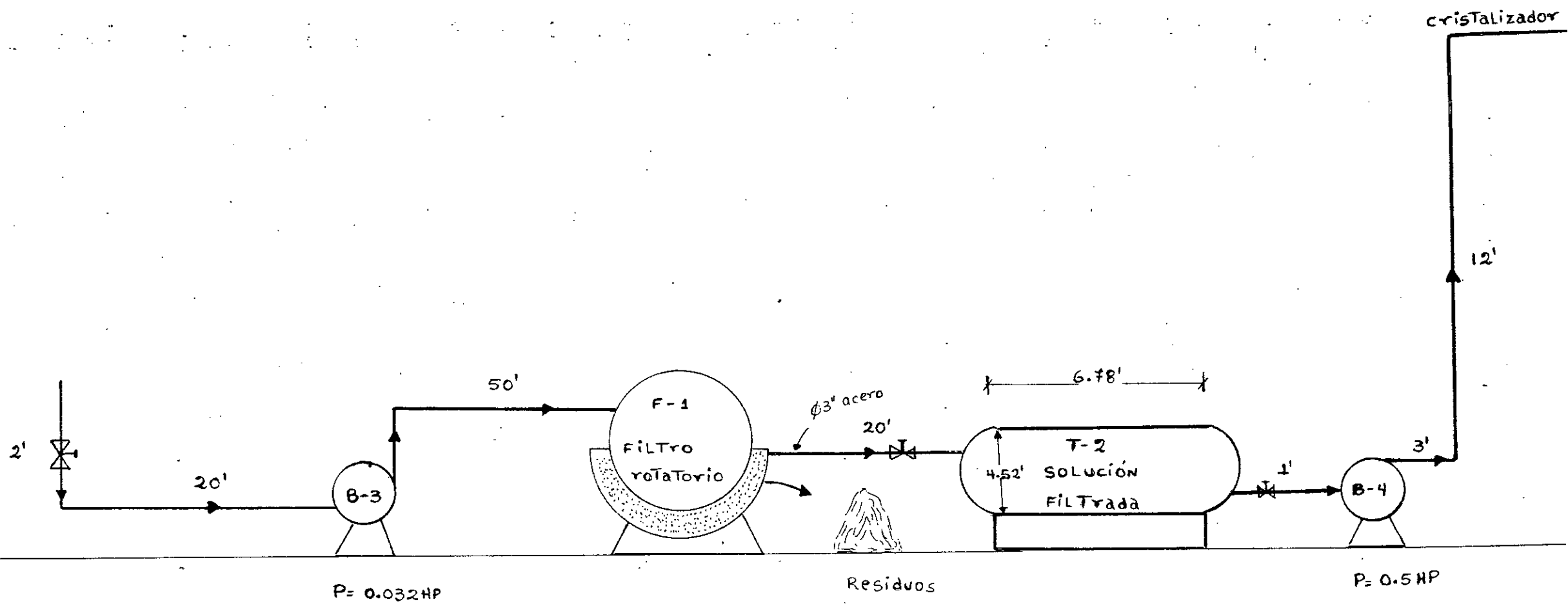
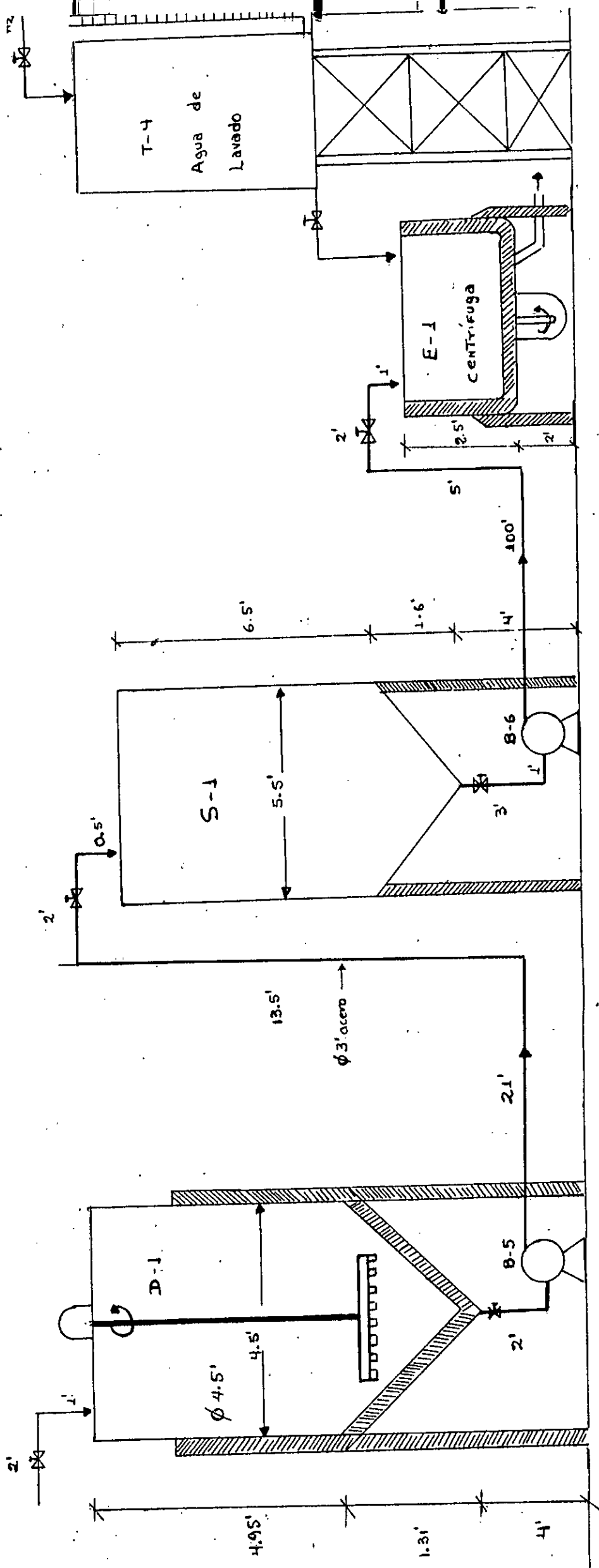
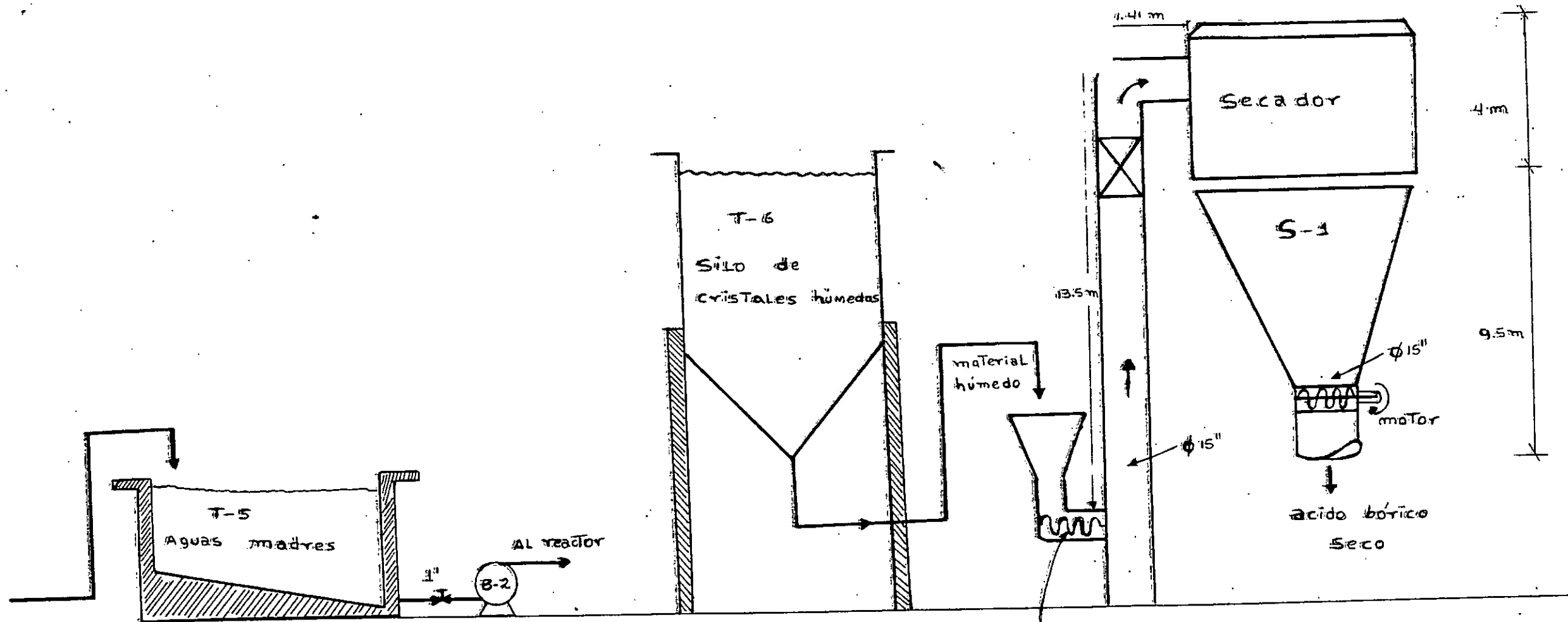


DIAGRAMA N^o 2



P = 0.19 HP

DIAGRAMA N° 3



rosca alimentadora
para introducción de
entrada del material
húmedo.

DIAGRAMA N^o 4