

98  
22j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE QUIMICA

PROYECTO DE UNA PLANTA DE  
PERSULFATO DE POTASIO

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :

ROBERTO JAIME MENDOZA NIETO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1993





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

# "PROYECTO DE UNA PLANTA DE PERSULFATO DE POTASIO"

### CAPITULO I

1.0.- INTRODUCCION.	
1.1.- INTRODUCCION	3
1.2.- CONCEPTOS GENERALES	4

### CAPITULO II

2.0.- ESTUDIO DE MERCADO.	
2.1.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO	7
2.1.1.- USOS Y APLICACIONES	7
2.1.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS	8
2.1.3.- PRINCIPALES SUBSTITUTOS	11
2.2.- ANALISIS DE LA DEMANDA	12
2.2.1.- PRINCIPALES CONSUMIDORES	12
2.2.2.- LOCALIZACION GEOGRAFICA	14
2.2.3.- CONSUMO NACIONAL APARENTE	17
2.2.4.- PROYECCION DE LA DEMANDA	20
2.3.- ANALISIS DE LA OFERTA	26
2.3.1.- PRINCIPAL PROVEEDOR	26
2.3.2.- PAISES DE ORIGEN	28
2.3.3.- REQUISITOS PARA LA IMPORTACION	28
2.3.4.- VOLUMEN DE MERCADO POTENCIAL PARA LA EMPRESA	29
2.4.- BALANCE OFERTA-DEMANDA	31
2.5.- PRECIOS	31
2.5.1.- IMPORTACION	31
2.5.2.- CONSUMIDOR	31

2.6.-	COMERCIALIZACION	32
2.6.1.-	CANALES DE DISTRIBUCION	32
2.6.2.-	PROMOCION	33
2.7.-	LOCALIZACION DE LA PLANTA	34
2.7.1.-	FACTORES DE EVALUACION	34
2.7.1.-	FACTORES DE MERCADO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS	34
2.7.2.-	MANO DE OBRA	35
2.7.3.-	GOBIERNO LOCAL Y ESTATAL ( ESTIMULOS FISCALES )	35
2.7.4.-	SERVICIOS AUXILIARES Y COMUNICACION	36
2.7.5.-	FACTORES DE COMUNIDAD	36

### CAPITULO III

3.0.-	INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE.	
3.1.-	BASES DE DISEÑO	38
3.1.1.-	CAPACIDAD	38
3.1.2.-	FLEXIBILIDAD	38
3.1.3.-	RENDIMIENTOS	38
3.2.-	SUMARIO DE MATERIAS PRIMAS	39
3.3.-	SUMARIO DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS	39
3.4.-	REACCIONES INVOLUCRADAS	43
3.5.-	DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO	44
3.6.-	LISTA DE EQUIPO	47
3.7.-	DIAGRAMA DE FLUJO	58
3.8.-	BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA	59
3.9.-	ARREGLO DE EQUIPO BASICO	70
3.10.-	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	71
3.11.-	LISTA DE LINEAS	72
3.12.-	INDICE DE INSTRUMENTOS	75
3.13.-	LISTA DE MOTORES	76
3.14.-	CALCULO DE EQUIPO PRINCIPAL	77

3.15.- HOJA DE DATOS DE EQUIPO	93
3.16.- RESUMEN DE ESTIMACION DE COSTO DE MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACION	99
3.17.- PROGRAMA GENERAL DEL PROYECTO	100
3.18.- ESTIMADO DE INVERSIONES DEL PROYECTO	102
3.18.1.- INVERSION FIJA	102
3.18.2.- INVERSION DIFERIDA	102
3.18.3.- CAPITAL DE TRABAJO	102
3.18.4.- RESUMEN DE INVERSIONES	102
3.18.5.- CALENDARIO DE INVERSIONES	103

#### CAPITULO IV

4.0.- EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA	105
4.1.- ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	105
4.2.- PRESUPUESTO DE VENTAS	106
4.3.- PROGRAMA DE AMORTIZACION DE CREDITO	107
4.4.- CEDULA DE DEPRECIACION	109
4.5.- TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION	109
4.6.- EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL	110
4.6.1.- INVERSION POR EMPLEO GENERADO	110
4.6.2.- AHORRO NETO DE DIVISAS DEL PROYECTO	110
4.6.3.- VALOR AGREGADO	110
4.6.4.- IMPUESTOS GENERADOS	111
4.6.5.- DERRAMA DE SUELDOS	111

#### CAPITULO V

5.0.- CONCLUSIONES	113
5.1.- BIBLIOGRAFIA	115

## 1.0.- INTRODUCCION

## 1 - 1 - - INTRODUCCION

Dentro del marco histórico de la industria Química se observa que a la fecha no existe en el país ninguna compañía nacional ó extranjera que elabore Persulfato de Potasio, que la existencia del mismo dentro del mercado nacional se debe a su importación, la cual se realiza de los Estados Unidos, Alemania y Francia alcanzando cifras que oscilan entre las 160 toneladas por año.

En donde las importaciones las realizan los principales consumidores en forma directa, ya que el Persulfato de Potasio se encuentra dentro de los productos que no requieren de permiso previo para su importación, razón por la cual hasta el año de 1982 fue la manera más fácil para su obtención. -- Sin embargo en el período comprendido de 1983-1986 se registro una fuerte caída del consumo ( De 160 a 85 toneladas por año ) acción que resulto debido a la caída de la economía nacional provocada por la contracción del mercado petrolero, - hecho que se reflejo en una fuerte escases de divisas lo --- cual impactó a las importaciones.

Por tal motivo es que algunos consumidores del Persulfato de Potasio tendieron a la substitución por algún equivalente que ofreciera el mercado nacional, dentro de los cuales encontramos el Persulfato de Amonio, Hidróxido de Sodio y el Peróxido de Hidrógeno, que si bien resolvieron la cuestión económica, no asi en la parte técnica ya que la calidad de los productos terminados con los substitutos resulta inferior, creando asi en gran medida la necesidad de volver a -- contar con el Persulfato de Potasio.

Es asi que debido a este gran mercado potencial existente de consumidores de Persulfato de Potasio, que nace la inquietud de elaborarlo.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es el de - presentar el proyecto para su instalación de una planta productora de Persulfato de Potasio.

## 1.2. - CONCEPTOS GENERALES

Para entender de manera radical el proceso de obtención del Persulfato de Potasio por el método electroquímico, es indispensable mencionar los diferentes conceptos utilizados, a fin de situar claramente los fenómenos involucrados en dicho proceso.

Así que, inicialmente mencionaremos todos aquellos conceptos utilizados y posteriormente enlistaremos su definición con la finalidad de lograr un mayor entendimiento.

Dentro de los conceptos empleados encontraremos los siguientes : Electroquímica, Electrolito, Celda Electroquímica, Celda Electrolítica, Electrólisis, Cátodo, Anodo, Ampere, Oxidación, Reducción, Coulomb, Equivalente Electroquímico, Faraday, Leyes de Faraday, Fuerza Electromotriz, Ohm, Mho y Volt.

**ELECTROQUIMICA.-** Se define así a la disciplina científica que estudia las interacciones entre la corriente eléctrica y los sistemas químicos.

**ELECTROLITO.-** Es la fase a través de la cual la carga es conducida por el movimiento de los iones. Y pueden ser soluciones líquidas ó sales fundidas.

**ELECTRODO.-** Es la fase a través de la cual la carga es conducida por el movimiento electrónico.

**CELDA ELECTROQUIMICA.-** Es el sistema formado por dos electrodos separados lo más mínimo por un electrolito.

**CELDA ELECTROLITICA.-** Es aquella en la cual se efectúan reacciones por la imposición de un voltaje externo mayor que el potencial reversible de la celda. Estas celdas son frecuentemente usadas para llevar a cabo reacciones químicas a expensas de energía eléctrica.

**ELECTROLISIS.**- Es la comprensión de un cambio químico - acompañado de una reacción farádica de - electrodos en contacto con un electrolíto.

**CATODO.**- Electrodo en el cual sucede la reducción.

**ANODO.**- Electrodo en el cual sucede la oxidación.

**AMPERE.**- Se define como la intensidad de la corriente - capaz de ocasionar el deposito de 0.001118 g - de Ag por segundo, de una solución de este metal.

**COULOMB.**- Unidad de cantidad de electricidad equivalente a  $2.99796 \times 10^9$  unidades electrostáticas y a  $6.281 \times 10^{18}$  cargas electrónicas.

**EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO.**- masa liberada electroquímicamente al paso de un Coulomb.

**FARADAY.**- Unidad de cantidad de electricidad equivalente a 96500 Coulombs. Es la carga eléctrica necesaria para depositar un equivalente químico en el cátodo.

**LEYES DE FARADAY.**- 1ª : La magnitud de la descomposición química producida por una corriente, es proporcional a la cantidad de electricidad que atraviesa la solución.

2ª : Las cantidades de substancia diferentes liberadas por una misma cantidad de electricidad, son proporcionales a sus equivalentes químicos.

**FUERZA ELECTROMOTRIZ.**- Se le denomina así, al voltaje de salida de una fuente de energía eléctrica.

**OHM.**- Es la resistencia eléctrica que ofrece una columna de Hg a 0 °C; con una masa de 14.4521 g y una longitud de 106.3 cm, a sección constante.

MHO.- Unidad de conductividad eléctrica. Es el recíproco del Ohm.

VOLT.- Es la unidad de diferencia de potencial. Se define como  $1/1.0183$  de la fuerza electromotriz de una celda de Weston a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

OXIDACION.- Se llama así a la pérdida de electrones.

REDUCCION.- Se llama así a la ganancia de electrones.

## 2.0.- ESTUDIO DE MERCADO

## 2.1.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO

### 2.1.1.- USOS Y APLICACIONES

El Persulfato de Potasio es un producto químico que se obtiene a partir de la combinación de Sulfato de Potasio y Acido Sulfúrico en medio acuoso.

Para elaborar este producto se sigue un proceso --- electroquímico, donde el equipo y la tecnología que requiere dicho proceso es de origen nacional en su totalidad.

La presentación del Persulfato de Potasio es un polvo fino, libre de grumos que se empaca en cuñetes de 50-kilogramos, con una bolsa interior de polietileno que le sirve de recubrimiento.

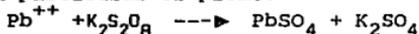
Actualmente este producto no se elabora en México, - en virtud de que su importación había sido más fácil y - económica. Sin embargo, debido a los problemas de obtención y disponibilidad de divisas que se ha venido presentando en el país, su compra en el exterior representa ya algunas desventajas de ahí la importancia que puede tener el proyecto al substituir importaciones.

Actualmente este producto se compra a empresas de - Estados Unidos principalmente, y adicionalmente de Alemania y Francia.

Dentro de los principales usos del Persulfato de Potasio se puede dividir en los siguientes campos de aplicación : adhesivos, química de la celulosa, para limpiar y grabar cobre, blanqueo de harina, fabricación de fieltros, blanqueo de pieles, fotografía, polimerización y - depolimerización, industria del hule, blanqueo de jabón, licuefacción del almidón, industria textil y cosméticos.

### 2.1.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS

El Persulfato de Potasio es una sal muy estable -- del Acido Peroxidisulfúrico (  $H_2S_2O_8$  ) y prácticamente no sufre descomposición alguna si se almacena en lugares frescos y secos. Si se calienta hasta 100 °C por -- corto tiempo, prácticamente no sufre descomposición, pe ro al incrementar la temperatura, la descomposición --- empieza a hacerse notoria y a 195 °C se hace más rápida. Esta rapidez de descomposición se acelera en presencia de humedad, pero nunca llega a ser explosiva. Sin embar go, algunos agentes pueden provocar su descomposición - catalítica, en especial el negro de platino y ciertos - metales, en particular el plomo.



El Persulfato de Potasio reacciona facilmente con muchos metales como : Plomo, Plata, Cobre, Magnesio, -- Zinc, Cadmio, Manganeso, Fierro, Niquel y Cobalto, asi como con materia orgánica fácilmente oxidable, sobre to do en presencia de humedad. Contrariamente con lo que - ocurre con el Peróxido de Hidrógeno y otros Peróxidos, - las enzimas no tienen prácticamente ningún efecto noci vo sobre el Persulfato de Potasio y sus soluciones.

Las soluciones de Persulfato de Potasio son muy -- estables a temperatura ambiente y pueden conservarse a temperaturas elevadas durante algunas horas. La contami nación de las soluciones con metales catalíticamente -- activos disminuiría esta estabilidad.

Las soluciones acuosas de Persulfato de Potasio -- son más susceptibles de descomponerse que el producto - sólido, por lo que debe elegirse cuidadosamente los ma teriales que estaran en contacto con ellas

Los tanques de almacenamiento, tuberías, etc deben

ser de acero inoxidable tipo 304 ó 316, cerámica o vidrio. Las soluciones diluídas en frío, pueden ser almacenadas en recipientes de madera.

Cualquier otro metal que no sea acero inoxidable puede originar la descomposición de las soluciones de Persulfato, ó ser corroídos por estas; sobre todo el Monel, el Cobre, el Bronce y el Fierro, por lo cual, debe evitarse el uso de equipos construídos en estos materiales.

Para su manejo el Persulfato de Potasio no requiere ningún cuidado en especial. Será suficiente con tomar las precauciones normales que se toman para manejar productos químicos

Por lo que se refiere a los equipos, herramientas-recipientes, etc. usados en el manejo del producto sólido ó sus soluciones deberan seguirse los requisitos antes mencionados.

El Persulfato de Potasio y sus soluciones no representan ningún peligro serio a la salud. Se requieren cantidades relativamente grandes para producir efectos-tóxicos por ingestión.

Se recomienda el uso de guantes de hule para su manejo para evitar el contacto directo con la piel, pues esta puede ser alérgica al producto. En caso de contacto accidental con la piel, se recomienda lavarse con agua la parte afectada.

De acuerdo con la investigación realizada entre las principales empresas consumidoras, las especificaciones técnicas que tiene el producto que actualmente

están importando son :

FORMULA	$K_2S_2O_8$
PESO MOLECULAR	270.3
PUREZA ( % EN PESO MINIMO )	98.0
OXIGENO ACTIVO ( % EN PESO MINIMO )	5.8
HUMEDAD ( % EN PESO )	0.5
SOLUBILIDAD A 20 °C, gr/100 ml de AGUA	4.7
INSOLUBLES EN AGUA	TRAZAS
pH DE LA SOLUCION ACUOSA SAT. APROX.	5.4
FORMA	SOLIDO CRISTALINO
COLOR	BLANCO
OLOR	INODORO
ESTABILIDAD : Prácticamente no hay pérdidas cuando se almacena en lugares frescos.	

Estas especificaciones corresponden al producto -- distribuido por la empresa Electroquímica Mexicana S.A. de C.V., que representa a la empresa F.M.C. de los Estados Unidos. ( Food Machinery Company Co. ).

La nueva empresa con el equipo y la Tecnología que tiene planeado utilizar estará en condiciones de ----- cumplir las especificaciones técnicas anteriores. como se demuestra en el estudio técnico correspondiente. ( NFPA Designation 704 ).

### 2.1.3.- PRINCIPALES SUBSTITUTOS

Por medio de la investigación de mercado realizada se detectó que existe una substitución del producto por Persulfato de Amonio, Hidróxido de Potasio y Peróxido de Hidrógeno.

La substitución del producto que en algunos de los casos ha sido del 100 %, la han realizado las empresas productoras establecidas en el país.

Las compañías donde se realizó este cambio fueron:

- CELULOSA Y DERIVADOS S.A.

Quien era el principal consumidor del producto. la substitución la realizó a fines de 1983 por Persulfato de Amonio.( De producció nacional ).

- HEXAQUIMIA.

En algunos de sus procesos pueden substituirlo por Hidróxido de Potasio y Peróxido de Potasio.( Nacionales)

- BASF MEXICANA.

Por Persulfato de Amonio, aún cuando la substitución no ha sido del 100%, la empresa prefiere esta materia prima por ser un 30% más bajo en el precio que el Persulfato de Potasio.

Ahora bien, es importante señalar que no obstante que el principal consumidor ha realizado esta substitución, Industrias Resistol S.A. y Celanese Mexicana S.A. no lo han hecho, debido a que en las pruebas que han -- realizado, la calidad del producto terminado es infe--rior con el Persulfato de Amonio en lugar del de Potasio, por lo que para asegurar la calidad de sus productos no efectuaran dicha substitución, si no por el contrario seguiran utilizando el de potasio, aunque les -- sea a un precio más elevado.

Sin embargo, previniendo que esta substitución de producto se realizara, la nueva empresa esta considerando como productos adicionales a fabricar el Persulfato de Amonio y Agua Oxigenada, que pueden elaborarse aumen tandole al equipo básico una parte complementaria con la cual pueden obtenerse estos productos.

## 2.2.- ANALISIS DE LA DEMANDA.

### 2.2.1.- PRINCIPALES CONSUMIDORES.

Por los usos que tiene el producto, su mercado se localiza en el sector industrial, entre empresas que elaboran los siguientes productos :

Cosméticos  
Emulsiones  
Pinturas  
Hule Sintético  
Blanqueo de Harinas

A través de la investigación, realizada de las --- empresas que importan el producto durante los años de - 1989 a 1991 y primeros mese de 1992, se detectaron la - lista de empresas importadoras que se presentan en el - Cuadro # 1, de donde se observa que existe una alta con centración en tres grandes empresas :

Electro Química Mexicana *	25.2 %
Industrias Resistol	23.8 %
Productos Químicos Monterrey	<u>9.2 %</u>
* DISTRIBUIDOR.	SUMA 58.0 %

## CUADRO # 1

## EMPRESAS IMPORTADORAS DE PERSULFATO DE POTASIO

EN EL AÑO DE 1991

EMPRESAS	VOLUMEN Kg	VALOR Dls
ADELSA S.A. DE C.V.	3650	11819.80
BASF MEXICANA SA DE CV	5000	6484.50
CLAIROL DE MEXICO SA DE CV	3000	3890.70
COSBEL SA DE CV	5000	10328.50
ELECTRO QUIMICA MEX. SA DE CV *	30000	61971.00
HEXAQUIMIA SA DE CV	4000	8262.80
INDUSTRIAS RESISTOL SA	28318	58496.50
J.T. BAKER SA DE CV	4030	8262.80
KRUM SA DE CV	5000	6484.50
POLIMAR SA DE CV	3000	3890.70
PDTOS QUIMICOS MONTERREY SA	11000	22722.70
QUIMICA BLANTEX SA DE CV	6000	12394.20
SESA SA DE CV	4000	5187.60
TECNICOS ARGOSTAL SA DE CV	3000	6197.10
ZETA SA DE CV	40000	5187.60
TOTAL	118968	231581.00

FUENTE : SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

\* (De estas empresas fabricantes de diferentes productos químicos, una de ellas, Electroquímica Mexicana es distribuidor y representante en México de F.M.C. de los Estados Unidos que elabora el Persulfato de Potasio.)

Las empresas de la lista anterior realizan sus --- importaciones de manera directa y es donde se localiza el total del mercado nacional para el Persulfato de Potasio.

Existe otro grupo de empresas que compran el producto de manera indirecta a través de Electro Química - Mexicana, de las cuales se entrevistaron algunas telefónicamente :

EMPRESA	CONSUMO
PROBST S.A.	2800
NAMEX S.A. DE C.V.	1200
QUIMICA HOECHST DE MEXICO	500
WYN DE MEXICO	1200
DALE DE MEXICO	1000
ALCA	1000
RESINAS SINTETICAS OROZCO	1000
OTROS	<u>21300</u>
	TOTAL 30000

Estas empresas por el volúmen de su consumo anual realizan sus compras de manera indirecta a un precio de venta mayor que el de importación.

#### 2.2.2.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Las grandes empresas fabricantes de productos --- químicos que consumen Persulfato de Potasio, pertenecen a grupos industriales que tienen varias plantas localizadas en diferentes ciudades de la República, por lo --

que se presentan los datos de sus oficinas donde se realizan las compras y el lugar donde se canaliza el abasto :

**CELULOSA Y DERIVADOS S.A.**

Oficinas Generales : Paseo de la Reforma # 116  
México, D.F.

Av. Ruiz Cortines # 2333  
Monterrey, N.L.

Planta a la que se abastece : En esta empresa el Producto -  
ha sido substituido por Per--  
sulfato de Amonio.

**INDUSTRIAS RESISTOL S.A.**

Oficinas Generales : Bosque de Ciruelos # 99  
Fracc. Bosques de las Lomas  
México, D.F.

Planta a la que se abastece : Lerma Edo. de México  
Lechería Edo de México

**CELANESE MEXICANA S.A.**

Oficinas Generales : Av. Revolución # 1425  
México, D.F.

Planta a la que se abastece : Zacapu, Michoacan.

**ELECTROQUIMICA MEXICANA S.A. (DISTRIBUIDOR).**

Oficinas Generales : Salamanca # 109, 9° Piso  
Colonia Roma.

Planta a la que  
se abastece :

México, D.F.  
Esta empresa distribuye en Mé  
xico el producto de F.M.C. de  
los Estados Unidos.

#### PEQUEÑOS CONSUMIDORES

PINTURAS OPTIMUS S.A.

Oficinas Generales : Pino # 428  
Col. Sta María.  
México, D.F.

ROHM AND HASS DE MEXICO S.A.

Oficinas Generales : Insurgentes Sur 670 2° Piso  
México, D.F.

GENERAL PAINT Co. DE MEXICO S.A.

Oficinas Generales : Atzacatl # 65  
México, D.F.

BASF MEXICANA S.A.

Oficinas generales : Insurgentes Sur # 605 11° P.  
México, D.F.

HEXAQUIMIA S.A.

Oficinas Generales : Manuel Castro Padilla # 13  
México, D.F.

NAMEX S.A. de C.V.

Oficinas Generales : Av. 16 de Septiembre # 374  
Sn. Martín Xochinahuac  
México, D.F.

QUIMICA HOECHST DE MEXICO S.A.

Oficinas Generales : Tecoyotitlan # 412  
México, D.F.

**WYN DE MEXICO S.A.**

Oficinas Generales : Cam. a Sta Lucía # 383  
Fracc. Industrial Sn Antonio  
México, D.F.

**EMULSIONES Y RESINAS S.A.**

Oficinas Generales : Av. de las Torres # 479  
Unidad Industrial Vallejo.  
México, D.F.

**2.2.3.- CONSUMO NACIONAL APARENTE****COMPORTAMIENTO HISTORICO.**

El producto analizado es de origen neto de importación, no existe en el país fabricante nacional, por tal motivo, el consumo nacional aparente estará conformado con el volumen y valor de las importaciones totales realizadas.

De acuerdo con las estadísticas de 1985 a 1992 que se muestran en el Cuadro # 2, las importaciones de este producto observan una tendencia a la disminución en el año de 1988, que de 116,710 Ton. importadas, se pasa a 85.400 Ton. y de una alza en 1989 a 160.798 Ton.

Las razones que explican esta caída son, principalmente, la contracción en la demanda del mercado interno y la sustitución del producto realizada por algunas -- consumidores que al afrontar problemas en la importación optaron por comprar Persulfato de Amonio que tiene usos similares, es de menor precio y además se fabrica en el país.

Esta tendencia sin embargo no se presenta en el valor de las importaciones, donde el incremento en el mismo período es del 2.26 % .

## CUADRO # 2

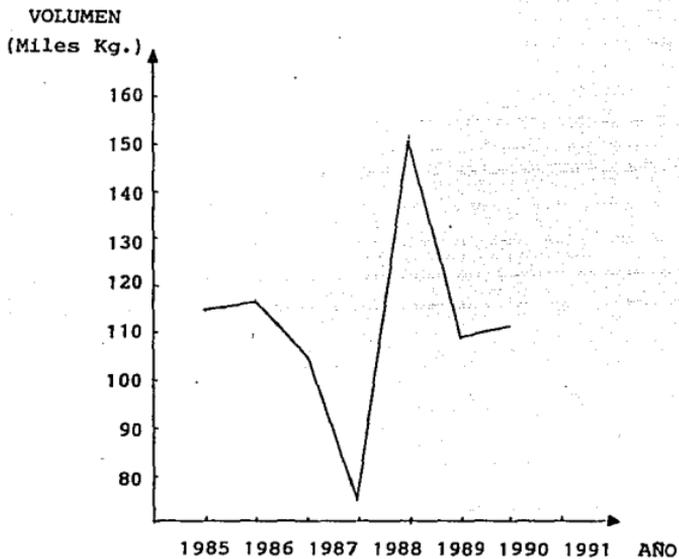
VOLUMEN Y VALOR DE LAS IMPORTACIONES  
DE PERSULFATO DE POTASIO

ANO	VOLUMEN (Kg)	VALOR (Dls)	Dls/Kg
1985	124,369	138,078	1.11
1986	126,232	150,270	1.19
1987	116,711	152,379	1.31
1988	85,400	155,915	1.83
1989	160,798	274,168	1.71
1990	118,968	231,584	1.95
1991	120,760	236,995	1.96
1992	47,587	93,391	1.96

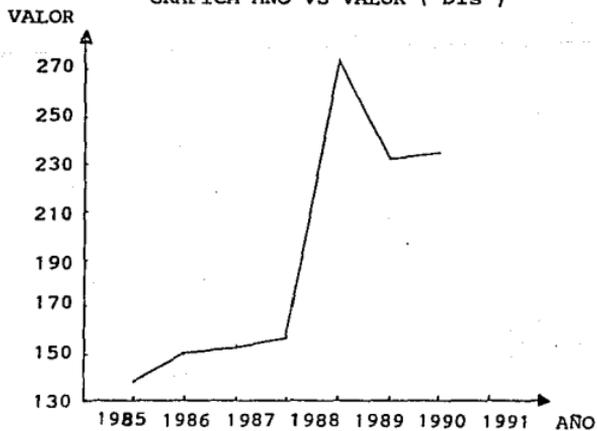
Fuente : SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO  
INDUSTRIAL.

El año de 1992 comprende los meses de  
Enero - Marzo.

GRAFICA AÑO VS VOLUMEN ( Kg )



GRAFICA AÑO VS VALOR ( Dls )



Ahora bien, el hecho de que algunas empresas optaron por la sustitución, debido a la problemática que se presentó con los productos de importación como : aumento en la paridad del peso, disponibilidad de divisas, - trámites adicionales para su compra; etc. Aparentemente la sustitución les resolvía el problema desde el punto de vista económico, más no así el aspecto técnico, ya - que sus productos terminados presentaban una calidad -- inferior a la obtenida con el Persulfato de Potasio, -- por lo que la mayoría opto por volver a utilizarlo, hecho que se refleja en la recuperación de los volúmenes de consumo en el año de 1989.

#### ESTRUCTURA DEL CONSUMO

La estimación del consumo anual del Persulfato de Potasio para cada una de las empresas consumidoras se - realizó con la información proporcionada a través de -- las entrevistas directas y telefónicas que se realiza-- ron obteniendo la estructura de consumo que se presenta en el Cuadro # 3.

#### 2.2.4.- PROYECCION DE LA DEMANDA

La proyección de la demanda juega un papel impor-- tante en la vida del proyecto, ya que ésta determinará el volumen del mercado potencial para la empresa. Es -- por ello que esta proyección deba realizarse con enfo-- que realista. El análisis de los datos históricos de la demanda proporciona con gran acierto la proyección de - la demanda a futuro, siempre y cuando el análisis sea - certero. Para ello se emplean técnicas de proyección -- vía análisis matemático de los datos históricos, así -- como el análisis de los datos año con año, de tal forma que se conozcan los porqués de estos.

## CUADRO # 3

## PRINCIPALES CONSUMIDORES DE PERSULFATO DE POTASIO

EN EL AÑO DE 1991 - 1992

EMPRESA	VOLUMEN Kg	VALOR Dls	% VOLUMEN
ADELSA SA DE CV	3650	11819.80	3.07
BASF MEXICANA SA DE CV	5000	6484.50	4.20
CLAIROL DE MEXICO SA DE CV	3000	3890.70	2.52
COSBEL SA DE CV	5000	10328.50	4.20
ELECTRO QUIMICA MEX. SA DE CV*	30000	61971.00	25.21
HEXAQUIMIA SA DE CV	4000	8262.80	3.36
INDUSTRIAS RESISTOL SA	28318	58496.50	23.80
J.T. BAKER SA DE CV	4000	8262.80	3.36
KRUM SA DE CV	5000	6484.50	4.20
POLIMAR SA DE CV	3000	3890.70	2.52
PDTOS QUIMICOS MONTERREY SA	11000	22722.70	9.24
QUIMICA BLANTEX SA DE CV	6000	12394.20	5.04
SESA SA DE CV	4000	5187.60	3.36
TECNICOS ARGOSTAL SA DE CV	3000	6197.10	2.52
ZETA SA DE CV	4000	5187.60	3.36
TOTAL	118968	231581.00	99.96

FUENTE : SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL Y ENTREVISTAS  
REALIZADAS A LAS DIFERENTES EMPRESAS.

\* DISTRIBUIDOR.

Este análisis, como se realizó en las páginas precedentes debe abarcar básicamente la naturaleza del mercado actual del producto y como se ha comportado anteriormente, con el propósito de conocer la madurez del producto que pensamos ofrecer al mercado y también poder identificar las desviaciones que puedan inferir en el análisis de nuestra proyección. De esta forma tendremos el suficiente criterio para realizar una proyección confiable.

Usualmente se utilizan modelos matemáticos a las que se aplicaran los datos de año vs demanda. La correlación que más se asemeje a los datos aplicados estará definida por el factor de correlación ( $R^2$ ) que más se acerque a la unidad, el cual está definido por la siguiente expresión  $R = b^2 \frac{\overline{X^2}}{\overline{Y^2}}$

donde b es la pendiente correlacionada y  $\overline{X^2}$  y  $\overline{Y^2}$  son las varianzas de los datos correlacionados.

Las correlaciones más utilizadas son las siguientes :

Línea Recta	$y = a + bx$
Curva Exponencial	$y = a e^{bx}$
Curva Logarítmica	$y = a + b \ln x$
Curva Geométrica	$y = ax^b$

El resultado del ajuste de las correlaciones es el siguiente :

1.- Regresión Lineal	$R^2 = 0.7825$
	$a = - 17726811$
	$b = 8989$

2.- Ajuste de Curva Exponencial	$R^2 = 0.7641$
	$a = - 113.32$

$$b = 0.0629$$

3.0.- Ajuste a Curva Logarítmica

$$R^2 = 0.7781$$

$$a = - 134036160$$

$$b = 17667053$$

4.- Ajuste a Curva Geométrica

$$R^2 = 0.7599$$

$$a = - 928.23$$

$$b = 123.77$$

En las regresiones efectuadas se descarto el año - de 1988 debido a que creó un consumo aparente como se - mencionó anteriormente. Se aprecia que la regresión lineal tiene un factor de correlación más cercano a la -- unidad indicando esto una mayor confianza en la misma.

El factor de correlación indica una mayor confiabilidad de los datos ajustados. La regresión lineal propuesta tiene un crecimiento anual promedio de 5.02 % lo que la hace más realista, ya que la demanda nacional -- del Persulfato de Potasio se centra principalmente en - el ramo de los plásticos, pinturas, cosméticos, blan-- queo de harinas y emulsiones.

Este crecimiento anual promedio es sin contar que alguno de los grandes consumidores como lo son Celanese Mexicana ó Celulosa y Derivados optara por volver a -- usar el Persulfato de Potasio.

El cuadro # 4 y la figura 1, muestran la proyección de la demanda del Persulfato de Potasio a nivel nacional.

CUADRO # 4

## PROYECCION DE LA DEMANDA DE PERSULFATO DE POTASIO

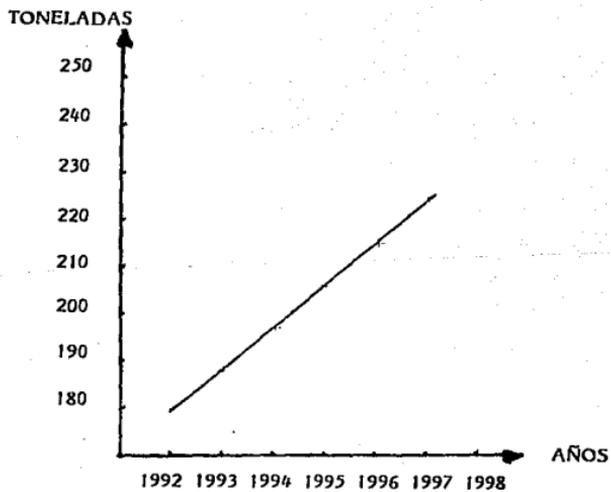
1992 - 1997

AÑO	DEMANDA	% DE INCREMENTO
1992	179219	5.02
1993	188208	5.02
1994	197197	5.02
1995	206186	5.02
1996	215175	5.02
1997	224164	5.02

FIGURA # 1

## PROYECCION DE LA DEMANDA DE PERSULFATO DE POTASIO

1992 - 1997



## 2.3.- ANALISIS DE LA OFERTA.

### 2.3.1.- PRINCIPAL PROVEEDOR

Las importaciones que se realizan por parte de --- Industrias Resistol S.A., Productos Químicos Monterrey- y las que efectuaba Celulosa Mexicana, tienen como proveedor la empresa FMC de los Estados Unidos.

Esta empresa tiene sus oficinas en Miami Florida, - con la siguiente dirección :

94005 Dadeland Blvd.  
Miami, Florida  
33156

La importación directa la realizan los grandes consumidores, y para los que tienen un volúmen menor, existe un distribuidor en el país de los productos de esta empresa : Electro Química Mexicana, quien tiene un convenio de representación y asistencia técnica con la --- empresa americana.

Como ya se ha señalado, la empresa distribuidora - únicamente participa con el 25% al 26% del mercado nacional, dejándole la mayor parte del consumo de este -- producto a su representada de los Estados Unidos.

Este hecho ha originado que la empresa no tenga -- interés en elaborar en nuestro país el producto, no --- obstante que cuenta con el equipo y la tecnología necesarios. Por lo tanto, la participación que tendría la - nueva empresa puede ser del 100% si se le permite realizar el abasto nacional.

Otro proveedor que se detectó entre los consumidores, es la empresa EINTEROX AMERICAN que se localiza en Estados Unidos y cuya casa matriz se encuentra en Alemania Federal. Sin embargo, como podrá observarse en el - Cuadro # 5, las importaciones son bajas, por la distancia que repercute en el costo, a pesar de tener mejor calidad y menor precio de importación.

## CUADRO # 5

## IMPORTACIONES DE PERSULFATO DE POTASIO

POR PAIS DE ORIGEN ( Kg )

( \* NO SE EFCTUARON IMPORTACIONES )

AÑO	ALEMANIA FEDERAL	ESTADOS UNIDOS	FRANCIA
1985	50	113,719	10,600
1986	4,500	113,732	8,000
1987	7,101	109,110	500
1988	8,000	68,900	8,500
1989	37,103	115,695	3,000
1990	24,000	91,318	*
1991	*	120,760	*
1992	*	47,587	*
SUMA	80,754	780,821	30,600
%	9.05	87.52	3.43

FUENTE : SECOFI EL AÑO DE 1992 COMPRENDE LOS MESES DE ENE-MAR

### 2.3.2.- PAISES DE ORIGEN.

La importación de esta materia prima se realiza -- principalmente de los Estados Unidos, adicionalmente, - se hace de Alemania Federal y recientemente se encontró otro proveedor de Francia.

Esta concentración de las importaciones en ese --- país, se explica por la cercanía con los Estados Unidos que abarata los costos de importación y además que el - producto de la empresa es conocido en el mercado mexica no a través de su empresa representante.

Acumulando el volúmen de las importaciones realizadas de 1985 a 1992, los Estados Unidos obtuvieron el -- 87.5% del total de las compras de Persulfato de Potasio

### 2.3.3.- REQUISITOS PARA LA IMPORTACION.

El producto se importa a través de la fracción --- arancelaria 2833.4002, cuyos requisitos para la importación son :

- 1.- No requiere permiso de importación, puesto que se le considera dentro de los libres del mismo.
- 2.- Paga un 10 % de arancel.
- 3.- Es necesario realizar todos los trámites que - establece el control de cambios.

Debido a el control de cambios y al pago de aran-- cel hacen poco operativa la importación, además de que a las empresas se les ha condicionado a que utilicen para sus importaciones las divisas que generen como exportaciones de sus productos.

Es por esto que las personas entrevistadas se mos-- traron bastante receptivas hacia el nuevo proyecto manifestando que para aceptar el producto unicamente se --- tiene que cumplir con las especificaciones técnicas -- del que se esta importando.

#### 2.3.4.- VOLUMEN DE MERCADO POTENCIAL PARA LA EMPRESA.

En la actualidad no existe en México, ningún productor de Persulfato de Potasio, por lo que se espera -- que las empresas consumidoras tengan preferencia por adquirir el producto a la nueva empresa de origen nacional.

Bajo esta perspectiva, la oferta se conformará con el volumen de producción que tenga la empresa, el cual en su primer año será del 51% de la capacidad instalada (Debido a los imponderables que presentan las plantas -- de nueva creación), suficiente para cubrir el 70% de la demanda de 1992, estimando la operación comercial en el mes de Octubre de 1992.

Además se esta considerando la aceptación del producto nacional dentro del mercado, la cual se estima -- muy prometedora debido a que contamos con los factores de :

- a.- Menor costo del producto con equidad de calidad
- b.- Tiempo de entrega mucho más breve
- c.- Trámites administrativos de adquisición mínimos
- d.- Pago del producto en moneda nacional
- e.- Demanda del producto proyectada ( 5.02 anual ).

Por lo que partiendo de estas bases la empresa estará en condiciones de cubrir la totalidad de la demanda existente como se muestra en el Cuadro # 6 y el de -- utilizar el excedente de su capacidad para la elaboración de otros productos como son el Persulfato de Am-- nio y/o Agua Oxigenada.

## CUADRO # 6

## PROGRAMA DE PRODUCCION DE LA

## NUEVA EMPRESA

AÑO	PRODUCCION (TON/AÑO) .	% CAPACIDAD INSTALADA
1993	126	51.4
1994	188	76.7
1995	197	80.4
1996	206	84.1
1997	215	91.4
1998	224	91.4

#### 2.4.- BALANCE OFERTA DEMANDA.

El saldo entre oferta y demanda resulta de comparar las proyecciones realizadas del consumo nacional y la producción nacional.

Para el caso del proyecto, donde el mercado total estaba representado por el volúmen de las importaciones realizadas, así como, el incremento esperado en este -- consumo, el saldo es positivo para la empresa que puede tener un 100 % de participación en el mercado nacional.

#### 2.5.- PRECIOS.

##### 2.5.1.- IMPORTACION.

El precio de importación del producto ó precio internacional es la cotización de la mercancía puesta en planta en el país de origen.

De las estadísticas proporcionadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el Precio Internacional es de \$ 2.065 U.S/Kg que a una paridad de \$ 3100 por dolar, nos da un precio de \$ 6401.5 por kilogramo - puesto en planta en el país de origen.

##### 2.5.2.- CONSUMIDOR.

El precio del producto de importación al consumidor, se integra con el precio de venta del producto más los gastos de aranceles, transportación, seguros y --- otros gastos asociados a la importación.

Según las entrevistas realizadas, este precio varía de \$ 9000 a \$ 10,500 dependiendo del volúmen de ---

compra que se realice y el tiempo que tarda en llegar - al consumidor es de dos semanas en promedio.

Respecto al precio de venta al consumidor, distribuido por Electro Química Mexicana es de \$ 10,500 por kilo.

Tomando como referencia estos parámetros, así como los costos de producción, la empresa estará en condiciones de vender el producto a los siguientes precios :

MAYOREO \$ 8,000 por kilo

\* MENUDEO \$ 10,000 por kilo

( Estimado a Marzo de 1992 ).

\* ( Se estima el Menudeo de 50 a 500 Kg ).

La diferencia en precios estará representada por los gastos de transporte y almacenaje que ocasionen las ventas al menudeo, ya que las de mayoreo serán L.A.B. - en planta. (Libre abordó en planta)

## 2.6.- COMERCIALIZACION.

### 2.6.1.- CANALES DE DISTRIBUCION.

Por las características del mercado del producto, - en donde el consumo se concentra en varias empresas, el canal de distribución más adecuado será la venta directa al consumidor.

Este sistema de comercialización requiere de un departamento ó area de ventas que tenga a la persona encargada de atender directamente a las empresas, en cuanto a captación de pedidos, asesoría técnica sobre el -- producto, control y vigilancia de abastecimiento y de-- tección de nuevos clientes potenciales.

De acuerdo con los datos de mercado estimados, la empresa venderá el 100% del total de su producción de manera directa a todos los consumidores.

#### 2.6.2.- PROMOCION.

Se realizará principalmente a través de la promoción directa con los consumidores que establezca el encargado de ventas, auxiliándose con un folleto técnico que especifique los usos y aplicaciones ( pag. 7 ), las características químicas, su compatibilidad, el almacenamiento, manejo, seguridad y toxicidad del producto.

## 2.7.- LOCALIZACION DE LA PLANTA

Se procederá a continuación a evaluar el sitio de acuerdo a las siguientes características :

- 1.- Su cercanía a los centros de consumo y distribución.
- 2.- La infraestructura industrial de la ciudad ( Parques Industriales ).
- 3.- Su accesibilidad en cuanto a medios de transporte.
- 4.- Disponibilidad de materias primas.

Es por esto que, en base a la evaluación de las características antes mencionadas se decidió seleccionar la Ciudad de Atlacomulco Edo. de México, por lo cual se procederá a realizarle una segunda evaluación basada en los siguientes factores :

### 2.7.1.- FACTORES DE EVALUACION

- 2.7.1.1.- FACTORES DE MERCADO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.
- 2.7.1.2.- MANO DE OBRA.
- 2.7.1.3.- GOBIERNO LOCAL Y ESTATAL ( ESTIMULOS FISCALES ).
- 2.7.1.4.- SERVICIOS AUXILIARES Y COMUNICACIONES.
- 2.7.1.5.- FACTORES DE COMUNIDAD.

### 2.7.1.- FACTORES DE EVALUACION.

- 2.7.1.1.- FACTORES DE MERCADO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.

Para analizar estos dos factores consideramos los costos de transportación de materias primas, como del producto terminado.

La base de selección de la ciudad es que se consiga Acido Sulfúrico y Sulfato de Potasio en ella o lo más cercano posible a la misma. La transportación de Acido Sulfúrico se realiza en equipo especial y su costo de flete es elevado, por este motivo se ha decidido situar la planta en localidades productoras de Acido Sulfúrico-

ó lo más próximo a ellas, abatiendo considerablemente - el costo por flete. Por lo que respecta al Sulfato de - Potasio la transportación se efectua en flete de 3<sup>a</sup> cla se debido a que viene envasado en sacos de 50 kg., motivo por el cual el flete es bajo, sin embargo la planta-debera situarse cerca de la localidad abastecedora de - Sulfato de Potasio.

La ciudad de Atlacomulco se localiza geográficamente a 120 km de la planta abastecedora de Acido Sulfúrico y a 70 km de la de Sulfato de Potasio.

CIUDAD CONSUMIDORA	: ATLACOMULCO, EDO MEX.
PLANTA ABASTECEDORA DE ACIDO SULFURICO	: INDUSTRIAS RESISTOL
DIRECCION	: CUAUTITLAN EDO MEX.
DISTANCIA ENTRE CIUDADES	: 120 Km.
PLANTA ABASTECEDORA DE SULFATO DE POTASIO	: QUIMICOSA S.A.
DIRECCION	: TULA, HGO.
DISTANCIA ENTRE CIUDADES	: 70 Km.

#### 2.7.1.2.- MANO DE OBRA

Con respecto a la disponibilidad de mano de obra - directa, es evidente que existe la oferta suficiente de esta. Por lo tanto se calificará en función del salario mínimo existente en esta ciudad.

CIUDAD	SALARIO MINIMO ( AÑO >
ATLACOMULCO, EDO DE MEXICO	\$ 14,040 (MAR-92).

#### 2.7.1.3.- GOBIERNO LOCAL Y ESTATAL (ESTIMULOS FISCALES).

En cuanto a este factor, se debe ver la conveniencia de localizar la planta, considerando el apoyo del - Gobierno en cuanto al fomento a las inversiones en la - industria. Y de los incentivos fiscales que otorga la - Secretaría de Hacienda y Credito Pub a empresas que rea

lizan actividades prioritarias para el desempeño del --- país.

En lo referente a este rubro citaremos que la Ciudad de Atlacomulco, cuenta con el apoyo del Gobierno Estatal por medio de la empresa descentralizada FOMEC ( Fomento - al Mediano Comercio ), la cual estimula a la pequeña y - mediana industria, por medio de financiamientos. Y la -- Secretaria de Hacienda y Credito Público con incentivos- fiscales, como el de otorgar Credito Fiscal de 15 a 30 % a las inversiones beneficiables, debido a que realizan - actividades prioritarias para el desarrollo del país.

#### 2.7.1.4.- SERVICIOS AUXILIARES Y COMUNICACION.

En este factor se evalúan las facilidades e insumos- auxiliares que la ciudad ofrece.

Los insumos auxiliares son : Agua, Electricidad, Gas Natural.

Las facilidades se refieren a Parques industriales y vías de comunicación ( Ferrocarril y Carreteras ).

La Ciudad ofrece abastecimiento de agua, electrici-- dad y gas. Además cuenta con la existencia del Parque -- Industrial comunicado por la carretera N° 55 y la Vía -- del ferrocarril México-Acambaro.

#### 2.7.1.5.- FACTORES DE COMUNIDAD

Con respecto a este factor, citaremos que cuenta con todos los servicios como son : Vivienda, Hospitales, --- Escuelas, IMSS, Centros Recreativos, Teléfonos, Telégra- fos, Correo, Supermercados, Bibliotecas; etc.

EN CONCLUSION : Basados en la evaluación, se resume- que la Ciudad de Atlacomulco Estado de México, muestra - una inmejorable situación por todas las ventajas que --- presenta para la edificación de la planta.

A continuación se da una breve reseña de las principales características de esta Ciudad.

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	: 2526 m.
LATITUD	: 19° 48' 07"
LONGITUD	: 99° 52' 49" Oeste
TEMPERATURA MAXIMA	: 29 °C
TEPERATURA MINIMA	: 7.8 °C
TEMPERATURA NORMAL	: 12.9 °C
PRECIPITACION ANUAL	: 764.69 mm
CLIMA	: Templado Subhúmedo
AREA DEL MUNICIPIO	: 272.34 Km <sup>2</sup> .
VIENTOS DOMINANTES	: SURESTE

### **3.0.- INGENIERIA BASICA**

### 3.1.- BASES DE DISEÑO.

#### 3.1.1.- CAPACIDAD

Las instalaciones han sido diseñadas para una productividad de 35 kg/hr, lo cual, al considerar un factor estandar de operación del 80%, se obtendrá una productividad real de 28 kg/hr, por lo que, para tener la producción deseada de 126 ton/año se deberán trabajar 11 turnos por semana.

En la tabla # 1 se muestran los cálculos de capacidad para la operación mínima que podrá tenerse, una operación intermedia ( 10 turnos por semana ) y la capacidad máxima de las instalaciones, lo cual es de 245 toneladas por año.

#### 3.1.2.- FLEXIBILIDAD

Como se ha mencionado, la planta podrá producir -- además de Persulfato de Potasio, Persulfato de Amonio ( existe producción nacional ), con ligeras modificaciones a las condiciones de proceso. Adicionalmente, con una ampliación menor, se podrá producir Persulfato de Sodio ( No existe producción nacional ) y Péroxido de Hidrógeno ( Existe producción nacional ).

El proceso que se ha contemplado es continuo en el área de reacción, mientras que en el área de secado es intermitente. La operación a falla de servicios deberá suspenderse en ambas áreas.

#### 3.1.3.- RENDIMIENTOS

El proceso se ha diseñado de tal forma que las mermas en rendimiento se han minimizado al recircular el agua de proceso, por lo que las principales pérdidas se deberán a :

- a).- Impurezas en las materias primas ( 6.35% de -  
bajas en rendimientos ).
- b).- Pérdidas por manejo de producto terminado ---  
( menor de 1% ).

Dado lo anterior, el rendimiento esperado para este proceso es de 92.65% en base a las materias primas - como se reciben.

### 3.2.- SUMARIO DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas básicas son el Acido Sulfúrico y el Sulfato de Potasio.

En la tabla # 2 se muestran las especificaciones - de calidad que se requieren para su procesamiento.

Respecto al suministro, en México existen varios - productores de Acido Sulfúrico, por lo que, considerando los volúmenes que se requerirán, no existe problema para el abastecimiento de este. El Sulfato de Potasio - no se produce en la actualidad en México, pero su importación tampoco se considera problemática debido a su -- uso tan extendido como fertilizante.

### 3.3.- SUMARIO DE PRODUCTO Y SUBPRODUCTOS

El producto que se obtendrá será el Persulfato correspondiente al Sulfato que se utilice como materia -- prima. En la tabla # 3 se muestran las especificaciones y propiedades del Persulfato de Potasio.

Los subproductos que se obtendrán del proceso consisten en Hidrógeno, generado en el cátodo de la celda electrolítica y Oxígeno y Cloro generados en el ánodo, - todos en cantidades despreciables, lo que no hace atractiva su recuperación. ( La SEDESOL al año de 1992 no -- cuenta con una regularización en lo referente a los límites de contaminación generados por la industria electroquímica ).

TABLA # 1

## CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DISEÑO

## 1.- CONSIDERACIONES PARA LA CAPACIDAD MAXIMA :

- a).- Capacidad de producción ( CP ) = 35 kg/hr  
 b).- Operación por año a 100% de capacidad (HPA) = 8,760 h  
 c).- Factor estandar de Operación ( FSO ) = 80%

$$\text{CAPACIDAD DE PRODUCCION (CAP)} = \frac{\text{(CP)}\text{(HPA)}\text{(FSO)}}{\text{(1000)}\text{(100)}}$$

$$\text{CAP} = \frac{\text{(35)}\text{(8,760)}\text{(80)}}{\text{(1000)}\text{(100)}} = 245 \text{ Ton/año}$$

## 2.- CAPACIDAD NORMAL

Para la producción normal se ha considerado una operación de 16 hr/día durante 5 días/semana por lo que en base a 52 semanas/año tenemos que HPA = 4,160 hr/año y :

$$\text{CPA} = \frac{\text{(35)}\text{(4,160)}\text{(80)}}{\text{(1000)}\text{(100)}} = 116.5 \text{ ton/año}$$

## 3.- CAPACIDAD MINIMA :

Para este cálculo se ha considerado la operación mínima que debe existir consistiendo en 8 hr/d 5 días/semana por lo que en base a 52 semanas/año-- tenemos que HPA = 2,080 hr/año y :

$$\text{CAP} = \frac{\text{(35)}\text{(2,080)}\text{(80)}}{\text{(1000)}\text{(100)}} = 58.2 \text{ Ton/año}$$

TABLA # 2

## ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS

## SULFATO DE POTASIO

PRUEBA	ESPECIFICACION
POTASIO (Equiv. como $K_2O$ )	50% mín.
SULFATO ( Como $SO_4$ )	50% mín.
COLORO ( Como Cloruros )	2% máx.
INSOLUBLES	2% máx.
HUMEDAD	0.5% máx.

## ACIDO SULFURICO

PRUEBA	ESPECIFICACION
APARIENCIA	LIQUIDO TRANSPARENTE SIN COLORACION
CONCENTRACION ( Como $H_2SO_4$ )	98% mín.
TURBIDEZ (APHA)	125 máx.
FIERRO (ppm)	50 máx.
GRAVEDAD ESPECIFICA ( a 15 °C )	1.8437
ARSENICO ( ppm )	100 máx.

TABLA # 3

PROPIEDADES FISICA Y ESPECIFICACIONES DE  
PERSULFATO DE POTASIO

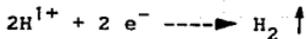
FOMULA :  $K_2SO_4$ 

PESO MOLECULAR : 270.31

PROPIEDAD	ESPECIFICACION
PUREZA	98.0% Mínimo
OXIGENO ACTIVO	5.8% Mínimo
HUMEDAD	0.5% Máximo
pH ( 4.0 gr/100 gr de Agua )	6.5 Aprox.
SOLUBILIDAD EN AGUA ( 20 °C )	4.5 gr.
FORMA	SOLIDO CRISTALINO
COLOR	BLANCO
OLOR	INODORO

## 3.4.- REACCIONES INVOLUCRADAS.

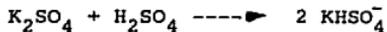
## A.- REACCION CATODICA



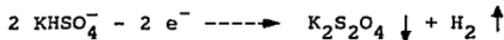
## B.- REACCION ANODICA



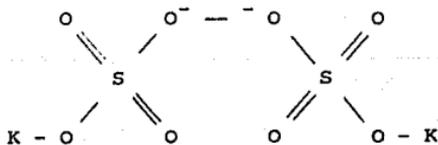
## C.- REACCION DE FORMACION DEL ION BISULFATO



## D.- REACCION DE FORMACION DEL PRODUCTO



## E.- FORMULA DE LEWIS



### 3.5.- DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO.

#### RECEPCION DE MATERIAS PRIMAS

La presentación del Sulfato de Potasio es en bultos de 50 kg., por lo que la recepción será en el almacén AL-01 con capacidad para 1200 sacos ( 60 Ton. ) --- equivalentes a 30 días de operación de la planta.

El Acido Sulfúrico al 98% se recibe en embarcaciones de 15,000 litros, de donde se transfiere con aire - limpio y seco ó con la bomba BA-01 (Respaldo) hasta el tanque de almacenamiento TA-01 con capacidad de 18 m<sup>3</sup> - equivalente a 30 días de operación de la planta.

El agua de proceso y servicios es tomada de la red industrial y almacenada en el tanque TA-10 con capacidad para 360 m<sup>3</sup> equivalente a 30 días de operación de la planta.

#### PREPARACION DE LA SOLUCION DE BISULFATO DE POTASIO

La operación se inicia llenando de agua el tanque TA-02 ó TA-03 por medio de la bomba BA-07 hasta una capacidad de 1200 litros y simultáneamente de ácido sulfúrico el tanque TA-08 por medio de la bomba BA-01.

Una vez concluidas dichas operaciones se activa el agitador AG-01 ó AG-02 según sea el caso y se inicia la adición de 224 kg de Sulfato de Potasio (LO cual se --- efectua en forma manual) y de 69 litros de Acido Sulfúrico (Por gravedad del tanque TA-08).

#### ENVIO DE LA SOLUCION DE BISULFATO DE POTASIO AL -- TANQUE DE REACCION

Preparada la solución de Bisulfato de Potasio se - envía a la celda electrolítica TA-04 por medio de la -- bomba BA-03, la cual en la succión estará provista de -

un filtro tipo cartucho, que retiene las impurezas que normalmente acompañan al Sulfato de Potasio. Este flujo se fija manualmente por medio de válvulas detectandose el ajuste en un rotámetro.

#### REACCION DE BISULFATO DE POTASIO A PERSULFATO DE POTASIO.

En la celda electrolítica TA-04 se lleva acabo la reacción al someter el electrolito al efecto de la corriente directa suministrada por dos fuentes de poder - FP-01 y FP-02 de 5000 ampers y 18 volts cada una, las cuales se regulan por medio de TAPS SWITCH dependiendo de las necesidades del sistema.

La celda electrolítica consta de anodos de platino y cátodos de grafito revestidos de una membrana inerte, indicador de temperatura, indicador de nivel y campana colectoras de gases de reacción.

El producto formado en la interfase presipita como polvo blanco, emulsionandose en la solución, la cual debido a los efectos de la reacción aumenta gradualmente la temperatura.

Para controlar dicho aumento de temperatura se hace pasar la solución a una torre de enfriamiento TE-01 y de esta, nuevamente a la celda por medio de la bomba BA-04 manteniendo así la temperatura de operación adecuada.

#### CENTRIFUGADO, LAVADO Y NEUTRALIZADO DEL PRODUCTO ASI COMO EL ENVIO DE LA SOLUCION A ENRIQUECIMIENTO

De la línea de retorno de la torre de enfriamiento TE-01 a la celda electrolítica TA-04, se deriva una línea ( provista de una válvula reguladora de flujo) hacia la centrífuga CE-01, donde se separa el producto, quedando retenido en la canasta y enviando la solución-

hacia el tanque TA-05, del cual a su vez será enviada - al tanque TA-02 ó TA-03 para su enriquecimiento con Acido Sulfúrico y Sulfato de Potasio. Se indica una elección entre los tanques TA-02 y TA-03, debido a la disponibilidad que presenten, ya que uno estara en la función de estar enviando la solución enriquecida a la celda electrolítica TA-04 ).

El producto retenido en la centrifuga es sometido a lavados ciclicos de agua para bajar la ácidez de la - torta, por medio de la bomba BA-06, la cual succiona el agua del tanque TA-07 durante un tiempo aproximado de - 10 minutos, al termino de este se alineará el tanque -- TA-06 que contiene potasa ( KOH ) al 5% iniciando así - la neutralización del producto. El tiempo aproximado de la neutralización es variable y puede fluctuar entre 2- y 5 minutos dependiendo de cuanto se tarde en alcanzar - un pH = 7. Tanto los lavados de agua como la neutralización se deberán hacer con la centrifuga en operación -- para mayor efectividad.

#### SECADO Y ENVASADO DEL PRODUCTO

Teniendo el producto neutralizado a un pH de 7, se trasladara a la zona de secado en tambores de polietileno, donde se procesará en un secador de lecho fluidizado, el cual opera en forma intermitente con cargas de - 280 - 300 kg. ( Producción aproximada de un turno de -- operación ). El material permanece en el secador durante 5 horas con alimentación de aire caliente, al término de las cuales se extrae para pasarlo al molino M-01 - en donde se rompen los grumos formados durante el secado para dar la presentación final al producto.

Una ves obtenido de esta forma, el Persulfato de - Potasio se envasara en cufetes de 50 kg., se verificará el peso y se almacenará para su posterior envío a los - clientes.

## 3. 6. -LISTA DE EQUIPO

EQUIPO	NOMBRE
TA-01	Tanque de Almacenamiento de Acido Sulfúrico
TA-02	Tanque de Preparación de Sal
TA-03	Tanque de Preparación de Sal
TA-04	Celda de Electrólisis
TA-05	Tanque de Retención para Recirculación de Solución
TA-06	Tanque de Retención para Lavado
TA-07	Tanque de Retención para Neutralización
TA-08	Tanque de Día de Acido Sulfúrico
TA-09	Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.
BA-01	Bomba para Descarga y/o Alimentación de Acido Sulfúrico
BA-02	Bomba de Alimentación de Solución a Celda de Electrólisis
BA-03	Bomba de Lavado y Neutralización
BA-04	Bomba de Enfriamiento de Solución Electrolítica
BA-05	Bomba de Recirculación de Solución Electrolítica
BA-06	Bomba de Agua para Dilución
RC-01	Rectificador de Corriente
RC-02	Rectificador de Corriente
E-01	Cátodos
E-02	Anodos
AC-01	Agitador de Solución para Tanque TA-02
AG-02	Agitador de Solución para Tanque TA-03
F-01	Filtro para Arcilla
TE-01	Torre de Enfriamiento de Solución Electrolítica
CE-01	Centrifuga para Separación de Producto

S-01	Secador de Lecho Fluidizado para Producto
V-01	Ventilador de Secador de Producto
Q-01	Quemador para Calentamiento de Aire
MO-01	Molino para Producto
B-01	Báscula para Producto
TA-10	Tanque de Almacenamiento de Agua
V-02	Vibrador de Secador de Producto

## 3.6.- DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO

## DATOS GENERALES

TAG	DESCRIPCION
BA-01	BOMBA DE DESCARGA DE ACIDO SULFURICO
	TIPO CENTRIFUGA HORIZONTAL
	MARCA SENTINEL
	MODELO C-254-A
	DIAMETRO DE SUCCION 38 mm (1.5 in)
	DIAMETRO DE DESCARGA 25 mm (1.0 in)
	MARCA MOTOR ASEA
	POTENCIA NOMINAL 0.75 H.P.
	RPM 1750
	VOLTS/FASES/CICLOS 220/3/60
	MATERIALES DE CONSTRUCCION CUERPO : AC. AL CARBON IMPULSOR : AC. INOX.
BA-02	BOMBA DE ALIMENTACION DE SAL A TA-04
	TIPO CENTRIFUGA HORIZONTAL
	MARCA ALVILL
	MODELO APOLO 500-01
	DIAMETRO DE SUCCION 38 mm (1.5 in)
	DIAMETRO DE DESCARGA 25 mm (1.0 in)
	MARCA MOTOR U.S.
	POTENCIA NOMINAL 1.0 H.P.
	RPM 1750
	VOLTS/FASES/CICLOS 220/3/60
	MATERIAL DE CONST. RESINA EPOXICA

TAG	DESCRIPCION
BA-03	BOMBA DE RECIRCULACION DE SAL
	TIPO CENTRIFUGA HORIZONTAL
	MARCA ALVILL
	MODELO 500-01
	DIAMETRO DE SUCCION ( mm ) 38 ( 1.5 in )
	DIAMETRO DE DESCARGA ( mm ) 25 ( 1.0 in )
	CAPACIDAD
	MARCA MOTOR U.S.
	POTENCIA NOMINAL 1.0 H.P.
	RPM 1750
	VOLTS/FASES/CICLOS 220/3/60
	MATERIAL DE CONSTRUCCION RESINA EPOXICA
BA-04	BOMBA DE ENFRIAMIENTO
	TIPO CENTRIFUGA HORIZONTAL
	MARCA ALVILL
	MODELO 5000-01
	DIAMETRO DE SUCCION ( mm ) 38 ( 1.5 in )
	DIAMETRO DE DESCARGA ( mm ) 50 ( 2.0 in )
	CAPACIDAD
	MARCA MOTOR SIEMENS
	POTENCIA NOMINAL 5.0 H.P.
	RPM 3500
	VOLTS/FASES/CICLOS 220/3/60
	MATERIAL DE CONSTRUCCION RESINA EPOXICA
BA-05	BOMBA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
	TIPO CENTRIFUGA HORIZONTAL
	MARCA SENTINEL

MODELO	C-252
DIAMETRO DE SUCCION (mm)	38 (1.5 in)
DIAMETRO DE DESCARGA (mm)	25 (1.0 in)
MARCA MOTOR	SIEMENS
POTENCIA NOMINAL	2.0 H.P.
RPM	3500
VOLTS/FASES/CICLOS	220/3/60
MATERIAL DE CONSTRUCCION	ACERO AL CARBON

BA-07 BOMBA DE NEUTRALIZACION Y LAVADO

TIPO	CENTRIFUGA HORIZONTAL
MARCA	ALVILL
MODELO	APOLO 500-01
DIAMETRO DE SUCCION	38 (1.5 in)
DIAMETRO DE DESCARGA (mm)	25 (1.0 in)
MARCA MOTOR	U.S.
POTENCIA NOMINAL	1.0 H.P.
RPM	1750
VOLTS/FASES/CICLOS	220/3/60
MATERIAL DE CONSTRUCCION	RESINA EPOXICA

TE-01 TORRE DE ENFRIAMIENTO

TIPO	TIRO FORZADO ABIERTO
MODELO	FXT-11
FLUJO	29 GPM
TEMPERATURA DE ENTRADA	110.3 °F
TEMPERATURA DE SALIDA	91.8 °F
TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	78.8 °F
TRANSMISION	BANDAS "v"
TIPO DE VENTILADOR	AXIAL DE 48 in de Diámetro.

POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR	5.0 H.P.
VOLTS/FASES/CICLOS	220/3/60
ALTURA	2.36 metros
ANCHO	1.60 metros
LARGO	2.28 metros
MATERIAL DE CONSTRUCCION	ARMAZON DE MADERA TRATA- TADA QUIMICAMENTE A -- PRESION Y RELLENO DE _ PVC.

TA-01 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO

TIPO	CILINDRICO VERTICAL
DIAMETRO	200 cm
ALTURA PARTE RECTA	400 cm
TAPA	PLANA
FONDO	CONICO
MATERIAL DE CONSTRUCCION	ACERO AL CARBON DE 1/4 in DE ESPESOR
SOPORTES	TUBO DE 4 in CED 40 4 PIEZAS

TA-02/03 TANQUES DE PREPARACION DE SAL

TIPO	CILINDRICO VERTICAL
DIAMETRO	115 cm
ALTURA PARTE RECTA	210 cm
TAPA	PLA C/BISAGRAS A LA -- MITAD
FONDO	CONICO
ALTURA FONDO CONICO	11.69 cm
MATERIAL DE CONSTRUCCION	RESINA POLIESTER REFOR- ZADA CON FIBRA DE VI-- DRIO.
CARTABONES PARA SOPORTE	4 A 90° c/u

TA-04	CELDA ELECTROLITICA	
	TIPO	TANQUE RECTANGULAR
	LARGO	250 cm.
	ANCHO	200 cm.
	ALTO	120 cm.
	ESPEJOR DE PARED	5 mm.
	REFUEROS LATERALES	2
	MATERIAL DE CONSTRUCCION	RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.
TA-05	TANQUE DE RETENCION PARA RECIRCULACION DE SAL	
	TIPO	CILINDRICO VERTICAL
	DIAMETRO	100 cm.
	ALTURA PARTE RECTA	150 cm.
	TAPA	PLANA DESMONTABLE
	FONDO	PLANO
	MATERIAL DE CONSTRUCCION	POLIETILENO ALTA DENSIDAD.
TA-06	TANQUE DE RETENCION PARA LAVADO	
	TIPO	CILINDRICO VERTICAL
	DIAMETRO	50 cm.
	ALTURA PARTE RECTA	100 cm.
	TAPA	PLANA DESMONTABLE
	FONDO	PLANO
	MATERIAL DE CONSTRUCCION	POLIETILENO ALTA DENSIDAD.
TA-07	TANQUE DE RETENCION PARA NEUTRALIZACION	
	TIPO	CILINDRICO VERTICAL

DIAMETRO	50 cm
ALTURA PARTE RECTA	100 cm
TAPA	PLANA DESMONTABLE
FONDO	PLANO
MATERIAL DE CONSTRUCCION	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

## RC-01/02 RECTIFICADOR DE CORRIENTE

CAPACIDAD DE SALIDA D.C.	5,000 AMPERS 18 VOLTS
LINEA DE ALIMENTACION A.C.	220 VOLTS 3 FASES 60 CICLOS
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	VENTILADOR
CONTROL	MANUAL
MARCA	IGALMEX
INSTRUMENTOS DE MEDICION	AMPERIMETRO Y VOLTIMETRO
SISTEMA DE REGULACION	POR MEDIO DE -- TRANSFORMADOR - " TAP SWITCH "

## S-01 SECADOR DE PRODUCTO

TIPO	LECHO FLUIDIZADO
TEMPERATURA DE OPERACION	40 °C
VOLUMEN DE AIRE	8,000 m <sup>3</sup> /hr
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	650 litros
CAPACIDAD DE OPERACION	120 Kg
CAPACIDAD EVAPORATIVA	16 Kg DE AGUA/HR
ALIMENTACION	30 % DE HUMEDAD
PRODUCTO	1 % DE HUM. MAX
SITEMA DE CALENTAMIENTO DE AIRE	A BASE DE GAS LP

AREA DE MANGAS DEL COLECTOR	6.5 m
MATERIAL DE CONSTRUCCION	ACERO AL CARBON RECU-- BIERTO DE POLIURETANO
VENTILADOR	EPRESA
POTENCIA MOTOR	15 H.P.
CAIDA DE PRESION MAXIMA	600 mm DE AGUA
EL EQUIPO DEBERA INCLUIR :	CARRO PARA TRASLADO FILTRO ENTRADA DE AIRE MALLA DE ACERO INOX.DE 4 MESH MALLA NYLON 150 MESH CLAPS DE CONEXION RAP. VENTILADOR MOTOR REOSTATO DE TEMP. 2 TERMOMETROS COMPUERTAS DE REGULA-- CION DE AIRE

## FE-01/02 MEDIDOR INDICADOR DE FLUJO

TIPO	ROTAMETRO
MARCA	FISCHER & PORTER
MODELO	19A3657S
TAMAÑO	3/4 in
MATERIAL DEL TUBO	VIDRIO BOROSILICATO
MATERIAL DEL FLOTADOR	P.V.C.
MATERIAL DE EMPAQUES	TEFLON
MATERIAL DE ANILLOS	HULE BUTILO
UNIDADES DE MEDICION	lts/min
GAMA	0.1 a 10 l/min
DENCIDAD REL. DEL FLUIDO	1.308
VISCOSIDAD	2.5 Cps
TEMPERATURA DE OPERACION	25 °C
PRESION DE OPERACION	35 psig

## CE-01      CENTRIFUGA DE PRODUCTO

MARCA	BOCK
N° DE SERIE	M100d3903
POTENCIA MOTOR	1.5 H.P.
VOLTS	220/440
FASES	3
CICLOS	60
BARRENOS	430

## M-01      MOLINO PARA PRODUCTO

TIPO	MARTILLOS
MODELO	200/SC/6D - INOX-304
COMPUESTO DE LAS SIGUIENTES PARTES :	
MOTOR	SIEMENS
POTENCIA MOTOR	2 H.P.
VOLTS/FASES/CICLOS	220/3/60
TRANSMISION	A BASE DE POLEAS DE DOBLE RANURA - DE 100 Y 62.5 DE DIAM.
DIAMETRO FLECHA PRINCIPAL	25 mm
LARGO TOTAL FLECHA	200 mm
NUMERO DE MARTILLOS	6
BALEROS	PRELUBRICADOS
CRIBAS DE MEDIA LUNA	3
DIAMETRO DE LAS CRIBAS	0.5 mm
MATERIAL DE CONSTRUCCION	ACERO INOXIDBLE

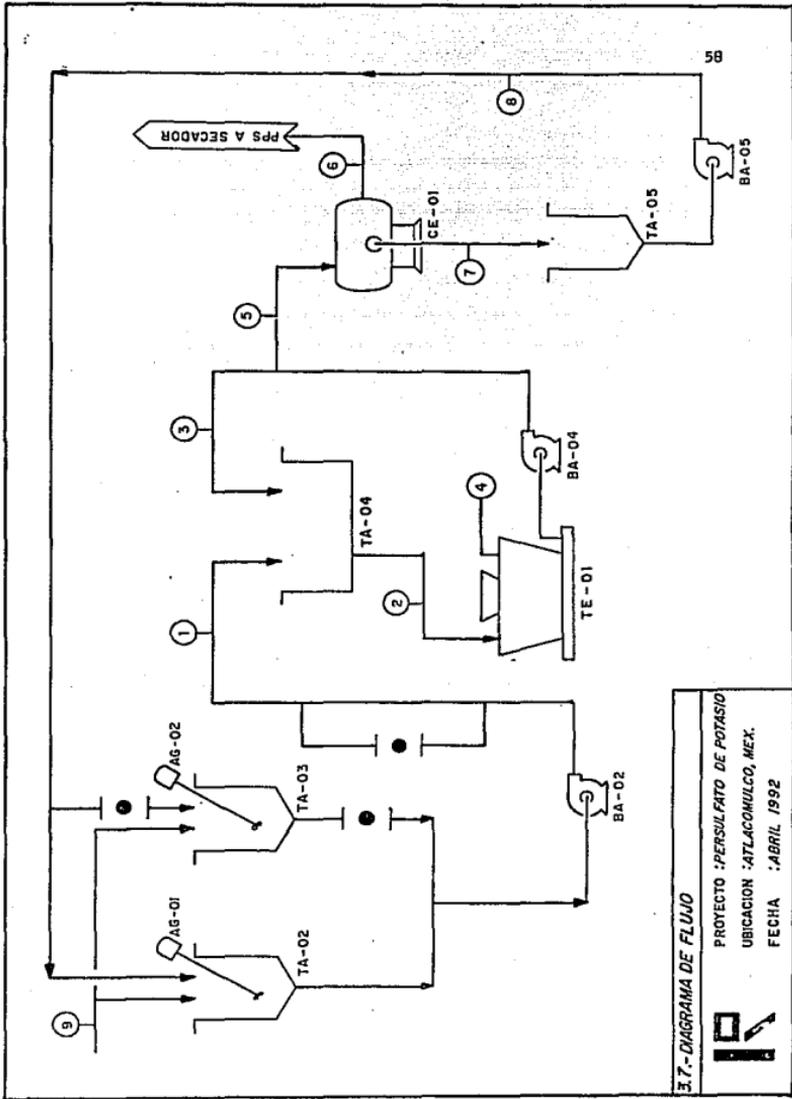
## F-01      FILTRO PARA ARCILLA

MARCA	SOTCKDALE
TIPO	CARTUCHO
PRESION DE DISEÑO	7 Kg/cm' ( 100 psig )
MATERIAL DE CARTUCHO	CELULOSA BLANQUEADA

N° DE CARTUCHOS POR FILTRO	1
MODELO DE CARTUCHO	STD-30
RAPIDEZ DEL CARTUCHO	RAPIDO
RESISTENCIA A LA HUMEDAD	EXCELENTE
MATERIAL DEL FILTRO	ACERO INOX. 304 6 316

AG-01/02 AGITADORES PARA TANQUES TA-02/03

MARCA	PHILADELPHIA
TIPO	PROPELA
MODELO	PG-12
TORQUE	90 lb-in
CAPACIDAD DE BOMBEO	846.8 GALONES
VELOCIDAD PERIFERICA	962 Ft/min
MARCA MOTOR	PARAMOUNT
POTENCIA MOTOR	0.5 H.P.
VOLTS/FASES/CICLOS	220/3/60
TIPO	TCSV
MATERIAL DE CONSTRUCCION	ACERO AL CARBON RECU-- BIERTO DE POLIETILENO- EN LA PROPELA



3.7.-DIAGRAMA DE FLUJO

PROYECTO :PERSULFATO DE POTASIO  
 UBICACION :ATLACOMULCO, MEX.  
 FECHA :ABRIL 1992



## 3.8.- BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

A.- TIEMPO DE OPERACION POR AÑO = 365 días

365 días \* 24 h/día \* 0.8 = 7008 horas por año a --  
80 % de eficiencia.

B.- CAPACIDAD INSTALADA : 10,000 Ampers ; 18 Volts.

$$W = \frac{I * \Theta * PM}{96,490 * f}$$

Donde : I ( Intensidad en Ampers ) = 10,000  
 $\Theta$  ( Tiempo en segundos ) = 18,000  
 PM ( Peso Molecular de  $K_2S_2O_8$  ) = 270.31  
 $f$  ( Equivalente Químico ) = 2  
 W ( Peso ) = Gramos

$$W = \frac{10,000 * 18,000 * 270.31}{96,490 * 2}$$

$$W = 252,128.718 \text{ g} * 1 \text{ Kg}/1000 \text{ g} = 252.1 \text{ Kg.}$$

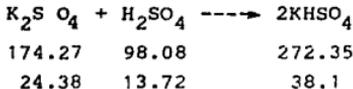
Eficiencia <sub>corr</sub>	Kg/hr	Ton/Año
100 %	50.42	353.4
80 %	40.34	282.7
75 %	37.82	265.0 *
69.3 %	34.96	245.0
50 %	25.21	176.7

\* PRODUCCION REQUERIDA

## C. BALANCE GLOBAL DE MATERIALES

## BASES :

- Eficiencia de corriente ( $\epsilon$ ) = 75 %
- Operación a 100 % de Capacidad de Rectificadores = 10,000 Amperes y 18 Volts.
- Tiempo de residencia ( $\theta$ ) = 18,000 seg.
- Pérdidas por Evaporación y arrastre en Torre de Enfriamiento TE - 01 = 12.872 Kg/hr
- Volumen de Operación Vop = 4000 litros
- Tiempo = 1 hora



$$\text{FLUJO}_{\text{CORR}_1} = \frac{4,000 \text{ litros}}{5 \text{ horas}} = 800 \text{ l/hr}$$

$$\text{Densidad} = 1.308 \text{ Kg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto CORR 1} &= 800 \text{ l/hr} * 1.308 \text{ Kg/l} \\ \text{CORR 1} &= 1046.4 \text{ Kg/hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CORR 2} &= \text{CORR 1} - \text{Reactivos} + \text{Productos} \\ \text{CORR 2} &= \text{CORR 1} = 1046.4 \text{ Kg/hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Si CORR 2} &= \text{CORR 3} = \text{CORR 4} \\ \text{CORR 3} &= \text{CORR 2} - \text{CORR 4} \end{aligned}$$

Del fabricante de la Torre de Enfriamiento Tenemos :

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por Arrastre} &= 0.020 \% \\ \text{Pérdidas por Evaporación} &= 1.875 \% \\ \text{Pérdidas Totales} &= 1.879 \% \end{aligned}$$

Por lo tanto la CORR 4 estará compuesta en su totalidad de agua.

$$\text{CORR 4} = 12.872 \text{ Kg/hr ( Ver balance por Componentes )}$$

$$\text{CORR 3} = 1046.4 - 12.872$$

$$\text{CORR 3} = 1033.128 \text{ Kg/hr}$$

Si  $\text{CORR 3} = \text{CORR 5}$

$$\text{CORR 5} = 1033.128 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{CORR 5} = \text{CORR 6} + \text{CORR 7}$$

Si CORR 6 es el 5.230 % de la CORR 5

$$\text{CORR 6} = 1033.128 * 0.0523$$

$$\text{CORR 6} = 54.033 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{CORR 7} = \text{CORR 5} - \text{CORR 6}$$

$$\text{CORR 7} = 1033.128 - 54.033$$

$$\text{CORR 7} = 979.095 \text{ Kg/hr}$$

Si  $\text{CORR 7} = \text{CORR 8}$

$$\text{CORR 8} = 979.095 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{CORR 1} = \text{CORR 8} + \text{CORR 9}$$

$$\text{CORR 9} = \text{CORR 1} - \text{CORR 8}$$

$$\text{CORR 9} = 1046.4 - 979.095$$

$$\text{CORR 9} = 67.305 \text{ Kg/hr}$$

## D.- BALANCE POR COMPONENTES AREA DE REACCION

Concentración en CORR 1 =	KHSO <sub>4</sub>	=	32.00 %
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	=	3.46 %
	H <sub>2</sub> O	=	<u>64.54 %</u>
			100.0 %

Flujo CORR 1 = 800 l/hr y Densidad = 1.308 Kg/l

$$\text{CORR 1} = 800 \text{ l/hr} * 1.308 \text{ kg/l}$$

$$\text{CORR 1} = 1046.4 \text{ kg/hr}$$

$$\text{CORR 1 : KHSO}_4 = 334.848 \text{ kg/hr}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 36.205 \text{ kg/hr}$$

$$\text{H}_2\text{O} = \underline{675.347} \text{ kg/hr}$$

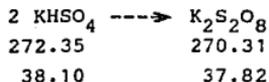
$$\text{TOTAL} = 1046.400 \text{ kg/hr}$$

Tiempo = 1 hr ; I = 10,000 Ampers ; E = 75 %

$$W = \frac{I * \theta * 270.31 * E}{192,980 * 1000}$$

$$W = \frac{10,000 * 3600 * 270.31 * 0.75}{192,980 * 1000}$$

$$W = 37.82 \text{ kg/hr}$$



CORR 2 = CORR 1 - REACTIVOS + PRODUCTO

$$\begin{aligned} \text{KHSO}_4 \text{ CORR 2} &= \text{KHSO}_4 \text{ CORR 1} - \text{KHSO}_4 \text{ CONV} \\ &= 334.848 \text{ kg/hr} - 38.10 \text{ kg/hr} \\ &= 296.743 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

CORR 2 :  $\text{KHSO}_4$  = 296.743 Kg/hr  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  = 36.205 Kg/hr  
 $\text{H}_2\text{O}$  = 675.347 Kg/hr  
 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  = 37.820 Kg/hr  
 TOTAL 1046.115 Kg/hr

GASTO : CORR 2 = CORR 1 = 1046.115 Kg/hr

CORR 2 = CORR 3 + CORR 4

CORR 3 = CORR 2 - CORR 4

Del fabricante de la Torre de Enfriamiento ---  
tenemos que :

Pérdidas por Evaporación = 1.875 %  
 Pérdidas por arrastre = 0.020 %  
 Pérdidas Totales 1.895 %

CORR 4 = CORR 2 \* PERDIDAS

Evaporación :

CORR 4 :  $\text{KHSO}_4$  = 296.743 \* 0.0 = 0.0  
 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  = 37.820 \* 0.0 = 0.0  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  = 36.205 \* 0.0 = 0.0  
 $\text{H}_2\text{O}$  = 675.347 \* 0.01875 = 12.663  
 TOTAL = 12.663 Kg/hr

Arrastre :

CORR 4 :  $\text{KHSO}_4$  = 296.743 \* 0.0002 = 0.0593  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  = 36.205 \* 0.0002 = 0.0072  
 $\text{H}_2\text{O}$  = 675.347 \* 0.0002 = 0.1351  
 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  = 37.820 \* 0.0002 = 0.0076  
 TOTAL 0.2092 Kg/hr

Por lo tanto al ser tan pequeño el arrastre se considerará dentro de la evaporación como agua.

$$\text{CORR 4 : H}_2\text{O} = 12.872 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{CORR 4} = 12.872 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{CORR 3} = \text{CORR 2} - \text{CORR 4}$$

$$\text{CORR 3 : KHSO}_4 = 296.743 - 0.0 = 296.743$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 36.205 - 0.0 = 36.205$$

$$\text{H}_2\text{O} = 675.347 - 12.872 = 662.475$$

$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 = 37.820 - 0.0 = \underline{37.820}$$

$$\text{TOTAL} = 1033.243 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{GASTO : CORR 3} = 1033.243 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{Se considera que : CORR 3} = \text{CORR 5}$$

Por lo tanto CORR 5 :

$$\text{KHSO}_4 = 296.743$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 36.205$$

$$\text{H}_2\text{O} = 662.475$$

$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 = \underline{37.820}$$

$$\text{TOTAL} = 1033.243 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{GASTO : CORR 5} = 1033.243 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{CORR 5} = \text{CORR 6} + \text{CORR 7}$$

Si CORR 6 es el 5.230 % de la CORR 5 :

$$\text{CORR 6} = 1033.243 * 0.0523$$

$$\text{CORR 6} = 54.039 \text{ Kg/hr}$$

Donde el 70 % serán sólidos de  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  y 30 % de Humedad.

Por lo tanto CORR 6 :

SOLIDOS = 37.820 de  $K_2S_2O_8$

HUMEDAD = 16.219 de  $KHSO_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2O$

Humedad de CORR 6 :  $KHSO_4$  = 4.833

$H_2SO_4$  = 0.584

$H_2O$  = 10.802

16.219

CORR 6 :  $KHSO_4$  = 4.833

$H_2SO_4$  = 0.584

$H_2O$  = 10.802

$K_2S_2O_8$  = 37.820

TOTAL 54.039 Kg/hr

GASTO : CORR 6 = 54.039 Kg/hr

CORR 7 = CORR 5 - CORR 6

CORR 7 :  $KHSO_4$  = 296.743 - 4.833 = 291.910

$H_2SO_4$  = 36.205 - 0.584 = 35.621

$H_2O$  = 662.475 - 10.802 = 651.673

$K_2S_2O_8$  = 37.820 - 37.820 = 0.000

TOTAL = 979.204 Kg/hr

GASTO : CORR 7 = 979.204 Kg/hr

Si CORR 7 = CORR 8

CORR 8 =  $KHSO_4$  = 291.910

$H_2SO_4$  = 35.621

$H_2O$  = 651.673

TOTAL = 979.204

GASTO : CORR 8 = 979.204 Kg/hr

$$\text{CORR 1} = \text{CORR 8} + \text{CORR 9}$$

$$\text{CORR 9} = \text{CORR 1} - \text{CORR 8}$$

$$\text{CORR 9 : KHSO}_4 = 334.848 - 291.910 = 42.938$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 36.205 - 35.621 = 0.584$$

$$\text{H}_2\text{O} = 675.347 - 651.673 = \underline{23.674}$$

$$\text{TOTAL} = 67.196 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{GASTO : COOR 9} = 67.196 \text{ Kg/hr}$$

## BALANCE DE ENERGIA EN EL SECADOR S-01

## PERSULFATO DE POTASIO

## GASTO MASICO EN

ALIMENTACION	: 54 Kg/hr
AGUA LIBRE EN ALIMENTACION	: 16.2 Kg/hr
AGUA LIBRE EN DESCARGA	: 0.162 Kg/hr
TEMPERATURA DE ALIMENTACION	: 18.7 °C
TEMPERATURA DE DESCARGA	: 40 °C
CALOR ESPECIFICO	: 0.2042 Kcal/Kg °C

## AIRE

## GASTO MASICO EN

ALIMENTACION	: 6188 Kg/hr
AGUA LIBRE EN ALIMENTACION	: 3729 Kg/hr
AGUA LIBRE EN DESCARGA	: 95.10 Kg/hr
TEMPERATURA DE ALIMENTACION	: 40 °C
TEMPERATURA DE DESCARGA	: 18.7 °C
CALOR ESPECIFICO	: 0.241 Kcal/Kg°C (Aire Seco) 0.450 Kcal/Kg°C (Vapor)
CALOR LATENTE DEL VAPOR	: 597 Kcal/Kg

BALANCE DE ENTALPIA: ENTRADAS = SALIDAS

$$LsHl_1 + GsHg_1 = LsHl_2 + GsHg_2$$

DONDE :

Ls = Masa de producto seco por hora ( 37.8 Kg/hr)

Gs = Masa de aire seco por hora ( 2475.2 Kg/hr )

Hl = Entalpia del Sólido

Hg = Entalpia del Aire

1 y 2 = Condiciones de entrada y salida, respectivamente.

ENTALPIA DEL SOLIDO A LA ENTRADA

$$H_{1_1} = \left| 0.2042 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{PSP}}^{\circ\text{C}}} * (18.7 - 0) \right| + \frac{16.2 \text{ Kg} * 1.0 \text{ Kcal}}{37.8 \text{ Kg}_{\text{PSP}}/\text{Hr} \text{ Kg}_{\text{Agua}}^{\circ\text{C}}} (18.7 - 0)^{\circ\text{C}}$$

$$= 11.833 \text{ Kcal/Kg}_{\text{PSP}}$$

ENTALPIA DEL SOLIDO A LA SALIDA

$$H_{1_2} = \left| 0.2042 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{PSP}}^{\circ\text{C}}} * (18.7 - 0)^{\circ\text{C}} \right| + \left| 0.162 \frac{\text{Kg}_{\text{Agua}}/\text{hr}}{37.8 \text{ Kg}_{\text{PSP}}/\text{hr}} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ\text{C}}} * (18.7 - 0)^{\circ\text{C}} \right|$$

$$= 3.898 \text{ Kcal/Kg}_{\text{PSP}}$$

ENTALPIA DEL AIRE A LA ENTRADA

$$H_{g_1} = \left| 0.24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{AS}}^{\circ\text{C}}} * (40 - 0)^{\circ\text{C}} \right| + \frac{3713 \text{ Kg}_{\text{agua}}/\text{hr}}{2475.2 \text{ Kg}_{\text{AS}}} * \frac{0.45 \text{ Kcal}}{\text{Kg}_{\text{Agua}}^{\circ\text{C}}} * (40 - 0)^{\circ\text{C}} + \left| 597 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{vap}}} * \frac{3712.8 \text{ Kg}_{\text{Agua}}}{2475.2 \text{ Kg}_{\text{AS}}} \right|$$

$$H_{g_2} = 932.1 \text{ Kcal/Kg}_{\text{AS}}$$

ENTALPIA DEL AIRE A LA SALIDA

$$= \left| 0.24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{AS}}^{\circ\text{C}}} * (40 - 0)^{\circ\text{C}} \right| + \left| \frac{3729 \text{ Kg}_{\text{Agua}}}{2475.2 \text{ Kg}_{\text{AS}}} * \frac{0.45 \text{ Kcal}}{\text{Kg}_{\text{Agua}}^{\circ\text{C}}} * (40 - 0)^{\circ\text{C}} \right| + \left| 597 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{vap}}} * \frac{3729 \text{ Kg}_{\text{Agua}}}{2435.2 \text{ Kg}_{\text{AS}}} \right|$$

$$= 936.1 \text{ Kcal/Kg}_{\text{AS}}$$

## DEL BALANCE DE ENTALPIAS :

ENTRADAS :

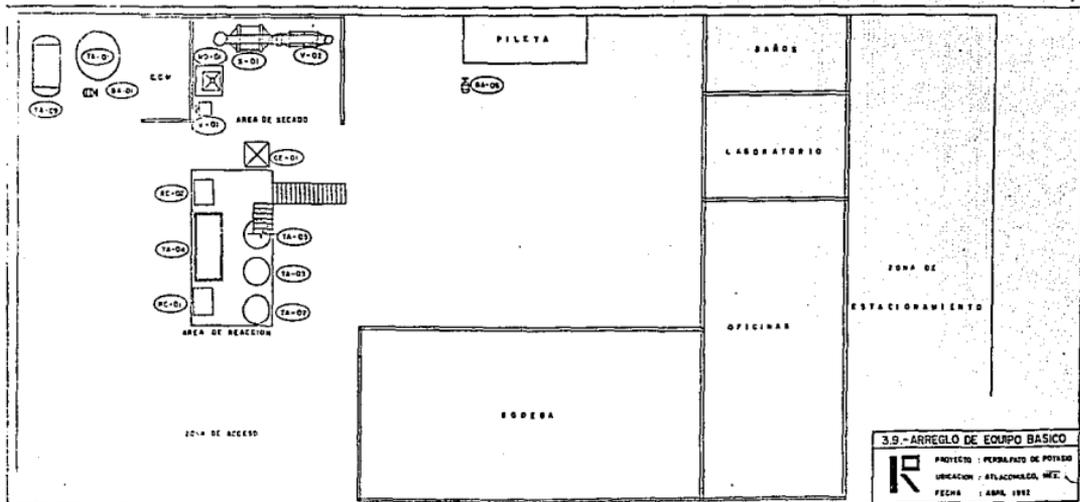
$$H_1 = (37.8 \frac{\text{Kg}_{\text{PSP}}}{\text{hr}} * 11.833 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{PSP}}}) + (2475.2 \frac{\text{Kg}_{\text{AS}}}{\text{hr}} * 932.1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{AS}}})$$

$$= 2\,307,581 \text{ Kcal/hr}$$

SALIDAS :

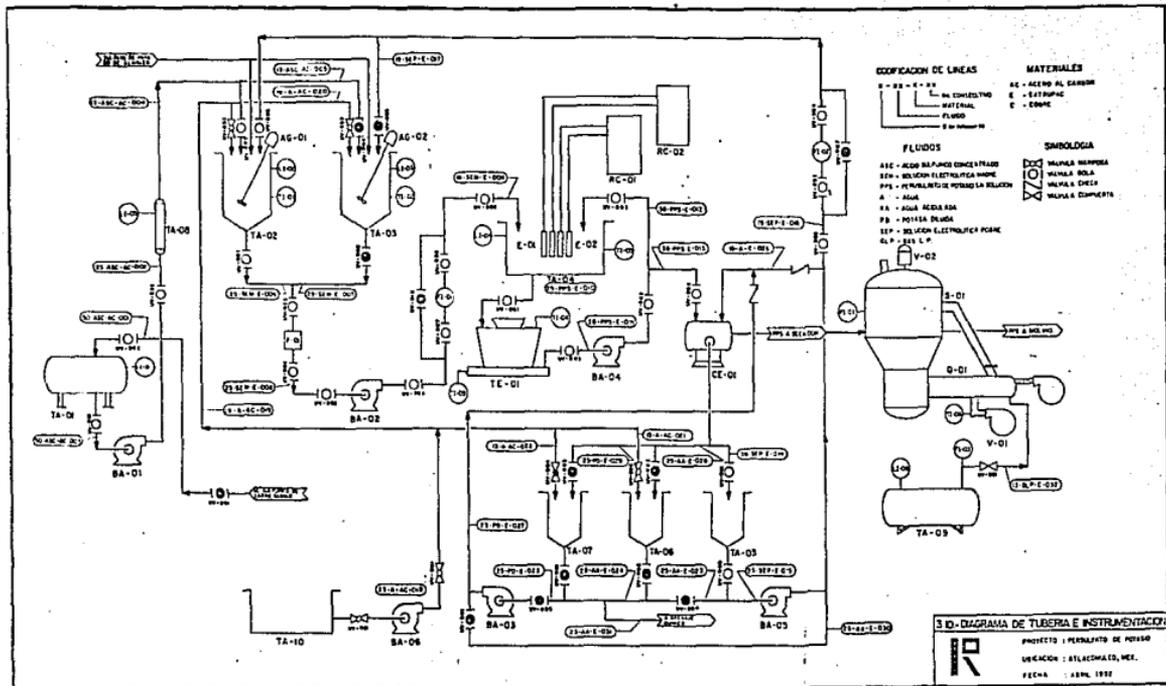
$$H_2 = (37.8 \frac{\text{Kg}_{\text{PSP}}}{\text{hr}} * 3.898 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{PSP}}}) + (2475.2 \frac{\text{Kg}_{\text{AS}}}{\text{hr}} * 936.1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_{\text{AS}}})$$

$$= 2\,307,581 \text{ Kcal/hr}$$



3.9.-ARREGLO DE EQUIPO BASICO

PROYECTO : PERRAFATO DE POTASSIO  
 UBICACION : ATLACONAGO, H.E.  
 FECHA : ABRIL, 1982



## 3.1.1.- LISTA DE LINEAS

Nº de Línea	Clasificación	Ø (mm)	Servicio
001	Acero al Carbón	50	De Carro Tanque a Tanque TA-01
002	Acero al Carbón	25	De Bomba BA-01 a Tanque TA-08
003	Acero al Carbón	50	De Tanque TA-01 a Bomba BA-01
004	Acero al Carbón	13	De Tanque de Día TA-08 a Tanque TA-02
005	Acero al Carbón	13	De Línea 004 a Tanque TA-03
006	Extrupac	25	De Tanque TA-02 a Filtro F-01
007	Extrupac	25	De Tanque TA-03 a Línea 006
008	Extrupac	25	De Filtro F-01 a Bomba BA-02
009	Extrupac	19	De Bomba BA-02 a Tanque TA-04
010	Extrupac	75	De Tanque TA-04 a Torre de Enfriamiento TE-01
011	Extrupac	38	De Torre de Enfriamiento TE-01 a Bomba BA-04
012	Extrupac	38	De Bomba BA-04 a Tanque TA-04
013	Extrupac	38	De Línea 012 a Centrifuga CE-01

014	Extrupac	38	De Centrifuga CE-01 a Tanque TA-05
015	Extrupac	25	De Tanque TA-05 a Bomba BA-05
016	Extrupac	19	De Bomba BA-05 a Tanque Ta-02
017	Extrupac	19	De Línea 016 a Tanque TA-03
018	Acero al Carbón	25	De Tanque TA-10 a Bomba BA-06
019	Acero al Carbón	19	De Bomba BA-06 a Tanque TA-02
020	Acero al Carbón	19	De Línea 019 a Tanque TA-03
021	Acero al Carbón	13	De Línea 019 a Tanque TA-06
022	Acero al Carbón	13	De Línea 021 a Tanque TA-07
023	Extrupac	25	De Tanque TA-06 a Línea 015
024	Extrupac	25	De Línea 023 a Línea 025
025	Extrupac	25	De Tanque TA-07 a Bomba BA-03
026	Extrupac	19	De Línea 016 a Centrifuga CE-01
027	Extrupac	25	De Bomba BA-03 a Línea 026
028	Extrupac	25	De Línea 014 a Tanque TA-06
029	Extrupac	38	De Línea 028 a Tanque TA-07
030	Extrupac	19	De Línea 016 a Línea 027

031	Extrupac	25	De Línea 024 a Drenaje Químico
032	Cobre	13	Gas LP de Tanque de Almacenamiento TA-09 a Quemador Q-01

## 3.12.- LISTA DE INSTRUMENTOS

FI-01	Indicador de Flujo de Alimentación de Sal TA-04
FI-02	Indicador de Flujo de Retorno de Sal a TA-02/TA-03
FI-03	Indicador de Flujo de Gas L.P. en Q-01
TI-01	Indicador de Temperatura de Tanque TA-02
TI-02	Indicador de Temperatura de Tanque TA-03
TI-03	Indicador de Temperatura en Tanque TA-04
TI-04	Indicador de Temperatura a la Entrada de Torre de Enfriamiento TE-01
TI-05	Indicador de Temperatura a la Salida de Torre de Enfriamiento TE-01
TI-06	Indicador de Temperatura de Entrada de Aire a Secador S-01
LI-01	Indicador de Nivel en Tanque TA-01
LI-02	Indicador de Nivel en Tanque TA-02
LI-03	Indicador de Nivel en Tanque TA-03
LI-04	Indicador de Nivel en Tanque TA-04
LI-05	Indicador de Nivel en Tanque de Día TA-10
LI-06	Indicador de Nivel en Tanque TA-09
PI-01	Indicador de Presión Diferencial en S-01

## 3.13. - LISTA DE MOTORES

M-01	Motor Bomba de Acido Sulfúrico
M-02	Motor Bomba de Alimentación de Solución a Celda de Electrólisis
M-03	Motor Bomba de Lavado y Neutralización
M-04	Motor Bomba de enfriamiento de Solución Electrolítica
M-05	Motor Bomba de Recirculación de Solución Electrolítica
M-06	Motor Bomba de Agua de Dilución
M-07	Motor Agitador para Tanque TA-02
M-08	Motor Agitador para Tanque TA-03
M-09	Motor Ventilador Torre de Enfriamiento
M-10	Motor Centrifuga
M-11	Motor Ventilador Secador de Producto
M-12	Motor de Calentador
M-13	Motor de Vibrador ( Secador )
M-14	Motor de Molino

## 3.14.- CALCULO DE EQUIPO PRINCIPAL.

## TORRE DE ENFRIAMIENTO

La siguiente memoria se considera del tipo descriptivo, ya que solo se basa en el procedimiento de selección de Torres de Enfriamiento del proveedor " Baltimore Aircoil " para torres de tipo forzado abierto.

Se utiliza el modelo FXT, del tipo abierto, para lo cual necesitamos los siguientes datos :

Temperatura de entrada de la solución	=	110.3 °F
Temperatura de salida de la solución	=	91.8 °F
Temperatura de vulvo húmedo	=	78.8 °F
Flujo	=	29 GPM

## PROCEDIMIENTO DE SELECCION

## 1.- Determinación del Rango :

$$\begin{aligned} \text{Rango} &= \text{Temperatura de entrada} - \text{Temperatura de salida de solución} \\ &= 110.3 \text{ °F} - 91.8 \text{ °F} \\ &= 18.5 \text{ °F} \end{aligned}$$

## 2.- Determinación de Aprovechamiento

$$\begin{aligned} \text{Aprovechamiento} &= \text{Temperatura salida de solución} - \text{Temperatura bulbo húmedo} \\ &= 91.8 \text{ °F} - 78.8 \text{ °F} \\ &= 13 \text{ °F} \end{aligned}$$

3.- Pérdidas por Evaporación : Se considera el 1% del flujo nominal de circulación por cada 10 °F de rango

$$\begin{aligned} \% E &= \frac{1 * 18.5 * ^\circ F}{10 ^\circ F} \\ &= 1.850 \end{aligned}$$

- 4.- Pérdida por arrastre : Se considera el 0.02% del --  
flujo nominal de circulación

$$\% A = 0.02\%$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Arrastre}} &= Q * \frac{\% A}{100} \\ &= 29 \text{ GPM} * \frac{0.02}{100} \\ &= 5.8 * 10^{-3} \text{ GPM} \end{aligned}$$

- 5.- Purga : Se considera para este caso en particular,-  
purga cerrada por lo tanto el % de purga es  
igual a cero

$$\% P = 0$$

$$Q_{\text{purga}} = 0$$

- 6.- Flujo de Agua de Repuesto = E + A + P

$$\begin{aligned} Q_{\text{repuesto}} &= 1.850 + 5.8 * 10^{-3} + 0 \\ &= 1.8558 \text{ GPM} \end{aligned}$$

Este flujo es equivalente al 6.39% del flujo normal  
de circulación.

Y de acuerdo a las gráficas, se obtiene un factor -  
de selección de 5.2 en donde se tiene el modelo ---  
FXT-11, cuyas características se enlistan en la Des  
cripción General del equipo pag. .

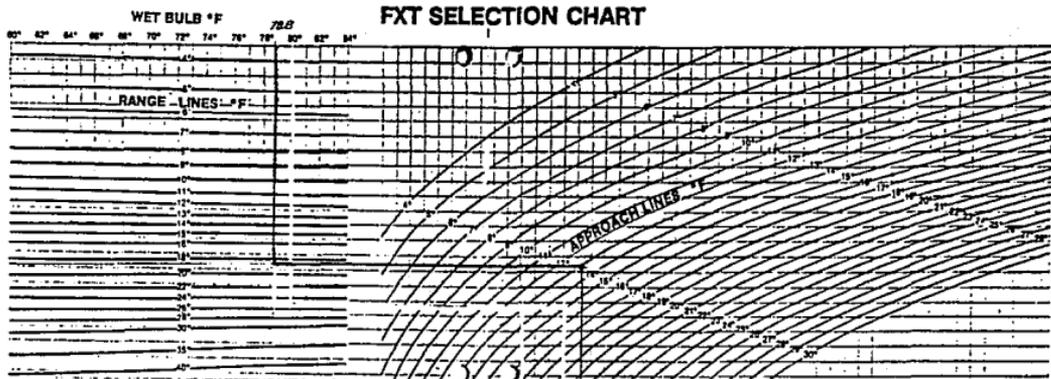
#### Determinación del Factor de Selección.

Para la determinación del factor de selección via-nomograma, procederemos de la siguiente forma :

Con el dato de diseño de la temperatura de bulbo húmedo = 78.8 °F proyectar una línea recta descendente hasta la intersección con la línea de rango determinado = 18.5 °F, posteriormente se traza una línea horizontal desde este punto a la derecha hasta la intersección con la curva de aprovechamiento determinada = 13 °F, después proyectar una línea descendente hasta la intersección con la línea de temperatura de bulbo húmedo de diseño = 18.5 °F. Por último proyectar una línea horizontal a la izquierda y leer el factor de Selección = 5.2.

#### Unidad Seleccionada.

En la gráfica de Water Loading Chart con los datos de factor de selección = 5.2 y del Gasto = 29 GPM se logra un punto de intersección, por lo que la curva que resulte debajo y a la derecha de este punto, correspondera al modelo seleccionado, resultando este el FXT-11.



**Step-by-Step Procedure for  
Selecting A FXT COOLING TOWER**

OTW \_\_\_\_\_ Water In \_\_\_\_\_ °F Water Out \_\_\_\_\_ °F Wet Bulb \_\_\_\_\_ °F  
 Do not exceed 120°F

1. Determine Range  
 Range = Water In \_\_\_\_\_ °F - Water Out \_\_\_\_\_ °F = \_\_\_\_\_ °F
2. Determine Approach  
 Approach = Water Out \_\_\_\_\_ °F - Wet Bulb \_\_\_\_\_ °F = \_\_\_\_\_ °F
3. Determine Selection Factor

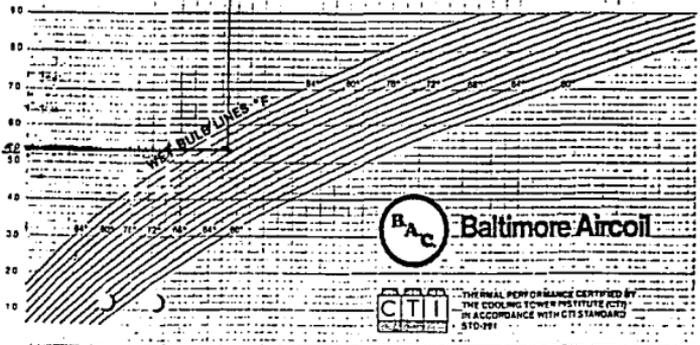
If new or the design line Bulb, drawing a vertical line down to intersect the Range determined above. From this point, extend a horizontal line to the right intersecting the Approach Curve (determined above). Then project a vertical line down to intersect the design line Bulb line above the Selection Factor at this point.

4. Select Unit, Selection Factor = \_\_\_\_\_

Enter the Water Loading Chart (on page 10) by projecting a vertical line upward from the selected CFM and a horizontal line from the Selection Factor (from Step 3). The curve intersections define and to the right of the intersection of these two lines, indicate the proper tower selection.

FINAL SELECTION MODEL FXT - \_\_\_\_\_

SELECTION FACTOR

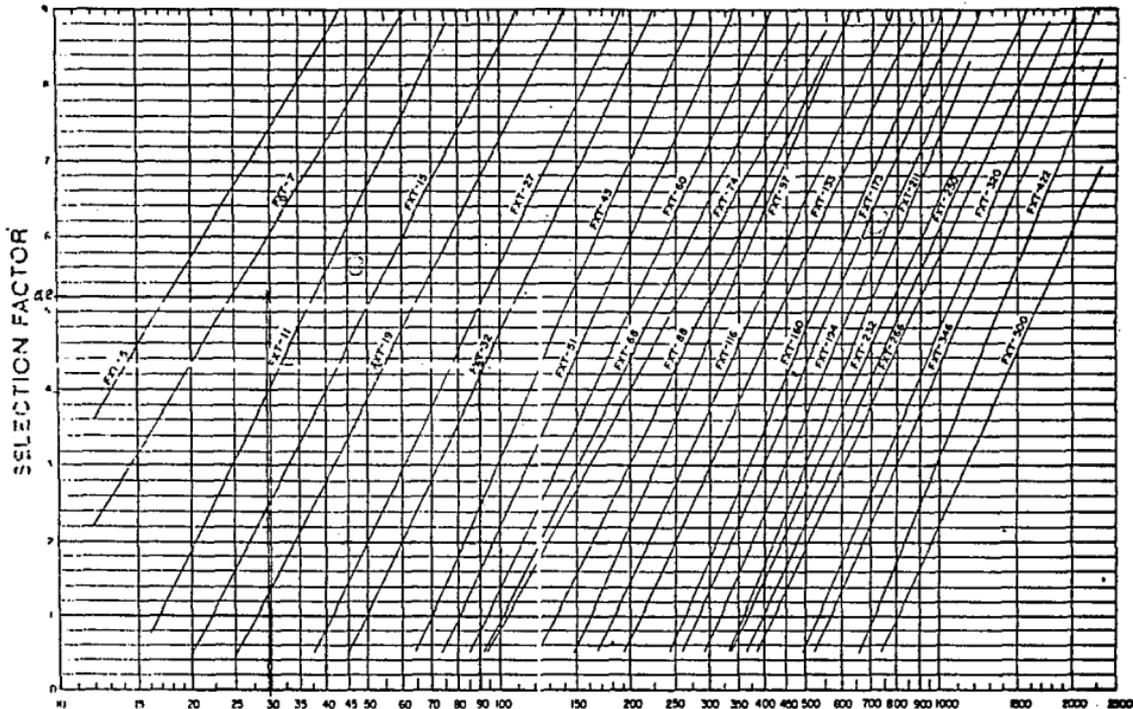


**Baltimore Aircoil**



THE QUALITY PERFORMANCE CERTIFIED BY  
 THE COOLING TOWER PERFORMANCE CENTER  
 IN ACCORDANCE WITH CTI STANDARD  
 510-281

# WATER LOADING CHART — FXT COOLING TOWERS



THERMAL PERFORMANCE CERTIFIED BY  
 THE COOLING TOWER INSTITUTE (CTI)  
 IN ACCORDANCE WITH CTI STANDARD  
 510-201

FLOW IN USGPM

## BOMBAS CENTRIFUGAS

## FORMULAS EMPLEADAS

$$\frac{144(P_1 - P_2)}{\rho} = (Z_2 - Z_1) + h_L$$

$$h_L = 0.1863 \frac{fLv^2}{d}$$

$$Re = \frac{dv\rho}{\mu} + 123.9$$

$$v = \frac{0.408 Q}{d^2}$$

$$K = \frac{fL}{D} \therefore \frac{L}{D} = \frac{K}{f}$$

$$BHP = \frac{QH\rho}{247000}$$

BOMBA BA-01

Servicio : Descarga de Acido Sulfúrico de Pipas y  
Envío a Zona de Preparación de Sal

## DATOS

Q = 22 GPM

 $\Phi_{NOM} = 1$  in Ced. 40 $\rho = 114.63$  lb/ft<sup>3</sup> $\mu = 25$  cps

d = 1.049 in

d<sup>2</sup> = 1.1 in

D = 0.874 in

## CALCULOS

$$v = \frac{0.408 * 22}{1.1} = 8.16$$

$$Re = \frac{1.049 * 8.16 * 114.63}{25} * 123.9 = 4.863 * 10^3$$

$$\begin{aligned} \text{Zona Laminar : } f &= 64/Re \\ &= 64/4.863 * 10^3 \\ &= 0.0132 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Accesorios : } L/D &: 3 \text{ codos std } 90^\circ ; 30 * 3 = 90 \\ &1 \text{ Tee} : 60 * 1 = 60 \\ &2 \text{ Válvulas Globo: } 450 * 2 = \underline{900} \\ &1050. \end{aligned}$$

$$\text{Entrada al tanque } K = 0.95$$

$$\frac{L}{D} = \frac{K}{f} = \frac{0.9500}{0.0132} = 72$$

$$\frac{L}{D} = 1122$$

$$D_{\text{Tot}}$$

$$\begin{aligned} L &= (L/D)D \\ &= 1122 * 0.0874 = 98 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$L_{\text{ET}} = (10 \text{ m} + 4 \text{ m}) * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}} + 98 = 144 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Caída de Presión : } h_L &= \frac{0.1863 * 1.049 * 144 * (8.16)^2}{1.049} \\ &= 22.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cabeza Total} &= (Z_2 - Z_1) + h_L \\ &= (4 \text{ m} * 1 \text{ ft}/0.3048 \text{ m}) + 22.48 \\ &= 35.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \frac{22 * 35.6 * 114.63}{247000 * 0.7} \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

## BOMBA BA-02

Servicio : I.- Reposición de Solución Electroli-  
ca Madre en Operación Normal De Tan-  
que TA-02/03 a Celda Electroli-  
tica TA-04

## DATOS

$$Q = 3.52 \text{ GPM}$$

$$\rho = 81.656 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 5.7 \text{ cps}$$

$$\phi_{\text{Nom}} = \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$d = 0.824$$

$$d^2 = 0.679$$

$$D = 0.0687$$

## CALCULOS

$$v = \frac{0.408 * 3.52}{0.679} = 2.11$$

$$Re = \frac{123.9 * 0.824 * 2.11 * 81.656}{5.7} = 3.086 * 10^3$$

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{3.086 * 10^3} = 0.0207$$

Accesorios : L/D : 7 Codos std 90° = 30 \* 7 = 210

4 Válvulas Bola = 450 \* 4 = 1800

Ensanchamiento súbito

Cuando  $d^2 \rightarrow K = 1 y$

$$L/D = K/f = \frac{1.0}{0.0207} = 48.218$$

---

2058

$$L = [L/D]D$$

$$= 2058 * 0.0687 = 141.4 \text{ ft}$$

$$L_{ET} = (16 \text{ m}) \frac{1}{0.3048} + 141.4 = 154 \text{ ft}$$

$$\text{Caída de Presión : } h_L = \frac{0.1863 * 0.0207 * 141.4 * (2.11)^2}{0.824}$$

$$= 2.95$$

$$\text{Cabeza Total : } H = (Z_2 - Z_1) + h_L$$

$$= \frac{6.0 \text{ m}}{0.3048} + 2.95 = 22.63$$

$$\text{C.D.T.} = \frac{22.63}{1.308} * 0.4335 = 7.5$$

$$\text{BHP} = \frac{3.52 * 22.63 * 81.656}{247,000 * 0.7}$$

$$= 0.0376$$

Servicio : II.- Llenado Rápido de Celda Electroli-  
tica y Lavado.

#### DATOS

Volúmen = 4000 l  
Tiempo = 75 min  
Q = 14.1 GPM

#### GASTOS

$$V = \frac{0.408 * 14.1}{0.679} = 8.467$$

$$\text{Re} = \frac{123.9 * 0.824 * 8.467 * 81.656}{5.7} = 1.2383 * 10^4$$

f = 0.04 Tabla A-25 CRANE

$$L_{ET} = 154$$

$$\text{Caída de Presión} = h_L = \frac{0.1863 * 0.04 * 154 * (8.467)^2}{0.824} = 99.84$$

$$\text{Cabeza Total : } H = \frac{6.0 \text{ m}}{0.3048} + 99.84$$

$$= 119.53$$

$$\text{BHP} = \frac{14.1 * 119.53 * 81.656}{247000 * 0.7}$$

$$= 0,7959$$

Implica que el servicio que limitara la potencia - de la bomba será el de llenado rápido y lavado, por lo tanto la potencia calculada de la bomba es de 0.7959 HP

BOMBA BA-03

Servicio : Recirculación de TA-06 y TA-07 a CE-01

#### DATOS

Flujo = 50.625 Kg  
 $\rho = 73.355 \text{ lb/ft}^3$   
 $\mu = 3.2 \text{ cps}$   
 $\phi_{\text{Nom}} = \frac{1}{4} \text{ in Ced. 40}$   
 $d = 0.824 \text{ in}$   
 $d^2 = 0.679 \text{ in}$   
 $D = 0.0687 \text{ in}$

#### CALCULOS

$$v = \frac{0.408 * 3.794}{0.679} = 2.28$$

$$\text{Re} = \frac{0.824 * 2.28 * 73.355}{3.2} = 5.34 * 10^3$$

$$f = 0.0402 \text{ (pág: A-25 CRANE)}$$

Accesorios : L/D : 1 Tee de paso a través = 1 \* 20 = 20  
 1 Tee de paso a 90° = 1 \* 60 = 60  
 2 Válvulas de bola = 2 \* 340 = 680  
 5 Codos de 90° = 5 \* 30 = 150  
 Ensanchamiento súbito = 1 \* 40 = 40

$$L = (L/D)D$$

$$= 950 * 0.0687 = 65.265$$

$$L_{ET} = \frac{7.0 \text{ m}}{0.3048} + 65.265 = 88.23$$

$$\text{Caída de Presión : } h_f = \frac{0.1863 * 0.0402 * 88.23 * (2.28)^2}{0.824}$$

$$= 4.17$$

$$\text{Cabeza Total : } H = \frac{4.0 \text{ m}}{0.3048} + 4.17 = 17.3 \text{ ft}$$

$$\text{C.D.T.} = \frac{17.30}{1.175} = 14.7 \text{ ft de agua} * 0.4331 = 6.4 \text{ psig}$$

$$\text{BHP} = \frac{3.794 * 17.3 * 73.355}{247000 * 0.7} = 0.028$$

Sin embargo, dentro del arreglo se considera que - la Bomba BA-03 sirva de respaldo a la bomba BA-05 en la función de enviar la solución pobre de TA-05 a TA-02/03. Por lo tanto la potencia será de 3/4 de H.P.

#### BOMBA BA-04

Servicio : Recirculación de Solución Electrolítica de Torre de Enfriamiento TE-01 a Celda Electrolítica TA-04

#### DATOS

$$Q = 29 \text{ GPM}$$

$$\rho = 81.68 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 5.7 \text{ cps}$$

$$\phi_{Npm} = 1.5 \text{ in Ced 40}$$

$$d = 1.610$$

$$d^2 = 2.592 \text{ in}$$

$$D = 0.1342 \text{ in}$$

## CALCULOS

$$v = \frac{0.405 * 29}{2.592} = 4.5650$$

$$Re = \frac{123.9 * 1.610 * 4.565 * 81.68}{5.7} = 1.3048 * 10^4$$

$$f = 0.031$$

Accesorios : L/D : 4 codos std 90° = 30 \* 4 = 120  
 1 Válvula Bola = 450 \* 1 = 450  
 1 Tee de Flujo = 60 \* 1 = 60  
 630

$$Si \ d \text{ --- } y \ L/D = K/f \\ = \frac{1}{0.031} = 32$$

$$(L/D)_{Tot} = 662$$

$$L = (L/D)D \\ = 662 * 0.1342 = 88.84 \\ L_{ET} = (15 \text{ m} * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}}) + 88.84 \\ = 138 \text{ ft}$$

$$\text{Caída de Presión : } h_L = \frac{0.1863 * 0.031 * 138 * (4.565)^2}{1.610} \\ = 10.316$$

$$\text{Cabeza Total : } H = (\frac{10}{0.3048} + 1.316) = 43.12$$

$$C.D.T. = \frac{43.12}{1.3} = 33.17 * 0.4331 = 14.36$$

$$BHP = \frac{29 * 43.12 * 81.68}{247000 * 0.7} = 0.59$$

BOMBA BA-05

Servicio : Envío de Solución Pobre de TA-05 a TA-02/03

## DATOS

$Q = 15 \text{ GPM}$   
 $= 81.159 \text{ lb/ft}^3$   
 $= 5.7 \text{ cps}$   
 $\phi_{\text{NOM}} = \frac{1}{2} \text{ in Ced } 40$   
 $d = 0.824 \text{ in}$   
 $d^* = 0.679 \text{ in}$   
 $D = 0.0687 \text{ in}$

Consideración : Para descargar el TA-05 cada hora-  
y que este sea durante 5 minutos.

## CALCULOS

$$v = \frac{0.408 * 15}{0.679} = 9.013$$

$$Re = \frac{123.9 * 0.824 * 9.013 * 81.159}{5.7} = 1.3101 * 10^4$$

$$f = 0.031$$

Accesorios : L/D : 5 codos std 90° = 30 \* 5 = 150  
 2 Tee = 20 \* 2 = 40  
 1 Tee de Flujo = 60 \* 1 = 60  
 1 Val Bola  $\frac{1}{2}$ Ab. = 450 \* 1 = 450  
 2 Válvulas Bola = 340 \* 2 = 680  
 1380

Ensanchamiento súbito; cuando d --

$$K = 1 \text{ y } L/D = K/f$$

$$= \frac{1}{0.031} = 33$$

$$\{L/D\} \text{ Tot.} = 1413$$

$$L = (L/D)D \\ = 1413 * 0.0687 = 97.0731 \text{ ft}$$

$$L_{ET} = (12 \text{ m} * \frac{1}{0.3048}) + 97 = 137 \text{ ft}$$

$$\text{Caída de Presión : } h_L = \frac{0.1863 * 0.031 * 137 * (9.013)^2}{0.824} \\ = 78$$

$$\text{Cabeza Total : } H = 6 \text{ m} * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048} + 78 = 98 \text{ ft de líquido}$$

$$\text{C.D.T.} = 98 \text{ ft} * \frac{1}{1.3} = 76 \text{ ft H}_2\text{O} * 0.4331 = 33 \text{ psig}$$

$$\text{BHP} = \frac{15 * 98 * 81.159}{247000 * 0.7} \\ = 0.69$$

BOMBA BA-06

Servicio : Agua de Proceso y Servicio de la Planta.

DATOS

$$Q = 19.2 \text{ GPM}$$

$$\phi_{NOM} = \frac{1}{4} \text{ Ced. } 40$$

$$= 62.3 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 1.1 \text{ cps}$$

$$d = 0.824 \text{ in}$$

$$d^2 = 0.679 \text{ in}^2$$

$$D = 0.0687 \text{ in}$$

Consideración : Llenar tanque TA-02 ó TA-03 durante 30 minutos.

CALCULOS

$$v = \frac{0.408 * 19.2}{0.679} = 11.53$$

$$Re = \frac{123.9 * 0.824 * 11.53 * 62.3}{1.1} = 6.67 * 10^4$$

$$f = 0.0265$$

$$\text{Accesorios : } L/D : 5 \text{ codos std } 90^\circ = 30 * 5 = 150$$

$$2 \text{ Tee de Flujo} = 60 * 2 = 120$$

$$2 \text{ Válvulas Bola} = 340 * 2 = \underline{680}$$

950

Ensamblamiento súbito; cuando  $d \rightarrow \infty$ 

$$K = 1 \text{ y } L/D = K/f$$

$$= \frac{1}{0.0265} = 38$$

$$(L/D)_{\text{Tot}} = 988$$

$$L = (L/D)D$$

$$L = 988 * 0.0687 = 68 \text{ ft}$$

$$L_{\text{ET}} = (24 \text{ m} * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}}) + 68 \text{ ft}$$

$$= 146.7 \text{ ft}$$

$$\text{Caída de Presión : } h_L = \frac{0.1863 * 0.0265 * 146.7 * (11.53)^2}{0.824}$$

$$= 117$$

$$\text{Cabeza Total : } H = (6 \text{ m} * \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}}) + 117$$

$$= 136.7 \text{ ft de líquido}$$

$$\text{C.D.T.} = 136.7 * \frac{1}{1.3} = 105.14 \text{ ft de H}_2\text{O} * 0.4331 = 45.53 \text{ psig}$$

$$\text{BHP} = \frac{19.2 * 136.7 * 62.3}{247000 * 0.7}$$

$$= 0.9457$$

### 3.15.- HOJAS DE DATOS DE EQUIPO



PROYECTO : PERSULFATO DE POTASIO

UBICACION : ATLACOMULCO, MEX.

FECHA : ABRIL 1992

DATOS DE DISEÑO

- 1.- TAG TA-01
- 2.- No DE UNIDADES 1 (UNA)
- 3.- FLUIDO ACIDO SULFURICO 98 %
- 4.- DENSIDAD 1.8328 Kg/l.
- 5.- CAPACIDAD 45000 l.
- 6.- PRESION DE OPERACION ATMOSFERICA
- 7.- TEMPERATURA DE OPERACION AMBIENTE (25°C)
- 8.- PRESION DE DISEÑO ATMOSFERICA
- 9.- TEMPERATURA DE DISEÑO 50°C
- 10.- PRUEBA HIDROSTATICA LLENO DE AGUA
- 11.- ESPESOR EN CUERPO Y TAPAS 9.5 mm. (3/8 in)
- 12.- EFICIENCIA DE LA JUNTA SOLDABLE 85 % CUERPO Y 100% TAPAS
- 13.- RADIOGRAFIA TOTAL EN TAPAS. POR PUNTOS EN ENVOLVENTE
- 14.- CORROSION PERMISIBLE 1.5 mm.
- 15.- PESO VACIO 7850 Kg
- 16.- PESO LLENO DE ACIDO 90 326 Kg
- 17.- TIPO DE TAPAS TORIESFERICAS

MATERIALES

- 1.- CUERPO Y TAPAS SA-285-C / SA-516-70
- 2.- RECUBRIMIENTO INTERIOR NO REQUIERE
- 3.- REFUERZO EN BOQUILLAS A-285-C
- 4.- TORNILLOS O ESPARRAGOS EXTERIORES A-193-B7 INTERIORES AI-316
- 5.- TUERCAS EXTERIORES A-194-2H INTERIORES AI-316
- 6.- DISTRIBUIDORES Y COLECTORES NO REQUIERE
- 7.- FALDON O SOPORTES (PATAS) A-285-C
- 8.- EMPAQUES AZUL AFRICAÑO 3 mm. DE ESP
- 9.- PINTURA EXTERIOR CLORURO DE POLIVINILO
- 10.- BRIDAS A-105



PROYECTO : PERSULFATO DE POTASIO

UBICACION : ATLACOMULCO, MEX.

FECHA : ABRIL 1992

## DIBUJO DIMENSIONAL

EQUIPO : TA-01 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO  
 FUNCION : ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO PARA SU POSTERIOR  
 ENVIO A TANQUES TA-02 Y TA-03

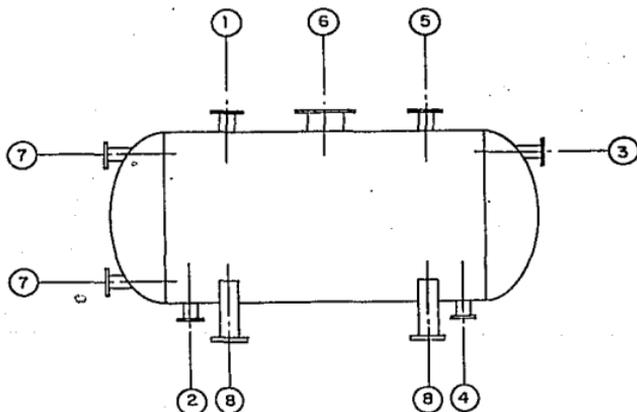


TABLA DE BOQUILLAS

MARCA	CANTIDAD	DIAMETRO	TIPO	SERVICIO
1	1	51 mm.	BRIDA	ENTRADA DE ACIDO
2	1	51 mm.	BRIDA	SALIDA DE ACIDO
3	1	51 mm.	BRIDA	DERRAME
4	1	51 mm.	BRIDA	DRENAJE
5	1	51 mm.	BRIDA	DESECADOR
6	1	610 mm.	BRIDA	REGISTRO DE HOMBRE
7	2	75 mm.	BRIDA	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
8	2		PLACA	SOPORTE DEL TANQUE



PROYECTO : PERSULFATO DE POTASIO

UBICACION : ATLACOMULCO, MEX.

FECHA : ABRIL 1992

### DATOS DE DISEÑO

- 1.- TAG TA-02 Y TA-03
- 2.- No. DE UNIDADES 2 (DOS)
- 3.- FLUIDO BISULFATO DE POTASIO
- 4.- DENSIDAD 1.308 Kg/l.
- 5.- CAPACIDAD 1300 l.
- 6.- PRESION DE OPERACION ATMOSFERICA
- 7.- TEMPERATURA DE OPERACION 30°C
- 8.- PRESION DE DISEÑO ATMOSFERICA
- 9.- TEMPERATURA DE DISEÑO 50°C
- 10.- PRUEBA HIDROSTATICA LLENO DE AGUA
- 11.- ESPESOR EN CUERPO Y TAPAS 5 mm.
- 12.- PESO VACIO 400 Kg
- 13.- PESO LLENO DE BISULFATO DE SODIO 2100 Kg
- 14.- TIPO DE TAPAS PLANAS

### MATERIALES

- 1.- CUERPO RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 2.- TAPAS RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 3.- BRIDAS RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 4.- TUBOS RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 5.- SOPORTES RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 6.- EMPAQUES ASBESTO COMPRIMIDO



PROYECTO : PERSULFATO DE POTASIO

UBICACION : ATLACOMULCO, MEX.

FECHA : ABRIL 1992

## DIBUJO DIMENSIONAL

EQUIPO : TA-02 /TA-03 TANQUE DE PREPARACION DE SAL

FUNCION : DILUIR EL SULFATO DE POTASIO CON AGUA Y ACIDO

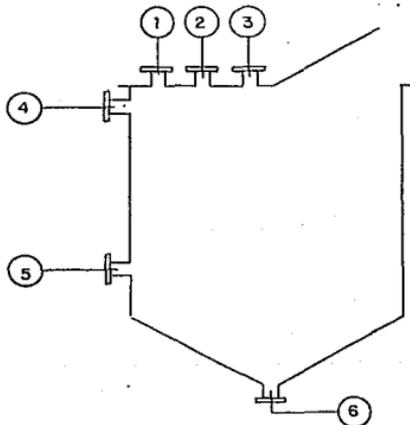


TABLA DE BOQUILLAS

MARCA	CANTIDAD	DIAMETRO	TIPO	SERVICIO
1	1	19 mm.	BRIDA	ENTRADA DE ACIDO
2	1	25 mm.	BRIDA	ENTRADA DE PROCESO
3	1	51 mm.	BRIDA	AGITADOR
4	1	25 mm.	BRIDA	ENTRADA DE AGUA
5	1	19 mm.	BRIDA	INDICADOR DE TEMPERATURA
6	1	25 mm.	BRIDA	SALIDA DE PROCESO



PROYECTO : PERSULFATO DE POTASIO

UBICACION : ATLACOMULCO, MEX.

FECHA : ABRIL 1992

### DATOS DE DISEÑO

- 1.- TAG TA-04
- 2.- No. DE UNIDADES 1 (UNA)
- 3.- FLUIDO SOLUCION ELECTROLITICA
- 4.- DENSIDAD 1.308 Kg/l.
- 5.- CAPACIDAD 4 000 l.
- 6.- PRESION DE OPERACION ATMOSFERICA
- 7.- TEMPERATURA DE OPERACION AMBIENTE (25°C)
- 8.- PRESION DE DISEÑO ATMOSFERICA
- 9.- TEMPERATURA DE DISEÑO 50°C
- 10.- PRUEBA HIDROSTATICA LLENO DE AGUA
- 11.- ESPESOR EN CUERPO Y REFUERZOS 5 mm. Y 10 mm.
- 12.- PESO VACÍO 1200 Kg
- 13.- PESO LLENO DE SOLUCION ELECTROLITICA 5 200 Kg

### MATERIALES

- 1.- CUERPO RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 2.- BRIDAS RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 3.- TUBOS RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 4.- SOPORTES RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO
- 5.- EMPAQUES ASBESTO COMPRIMIDO



PROYECTO : PERSULFATO DE POTASIO

UBICACION : ATLACOMULCO, MEX.

FECHA : ABRIL 1992

## DIBUJO DIMENSIONAL

EQUIPO : TA-04 CELDA ELECTROLITICA

FUNCION : RECIPIENTE PARA REALIZAR LA REACCION ELECTROLITICA

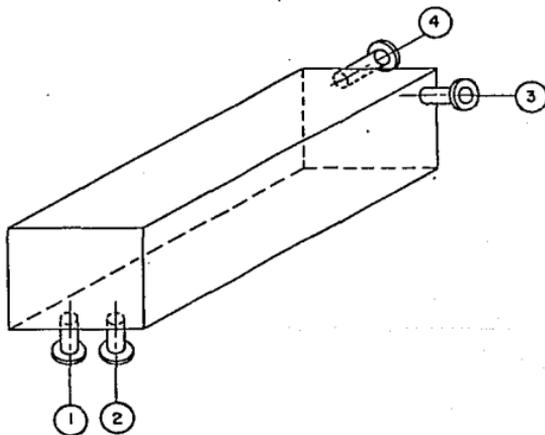


TABLA DE BOQUILLAS

MARCA	CANTIDAD	DIAMETRO	TIPO	SERVICIO
1	1	51 mm.	BRIDA	SALIDA DE SOLUCION A ENFTO.
2	1	51 mm.	BRIDA	SALIDA DE SOLUCION A ENFTO.
3	1	25 mm.	BRIDA	ENTRADA DE REPOSICION
4	1	51 mm.	BRIDA	ENTRADA DE SOLUCION DE ENFTO.

3.16.- RESUMEN DE ESTIMACION DE COSTO DE LA MAQUINARIA,  
EQUIPOS Y SU ESTIMACION.

RESUMEN DE ESTIMACION DE COSTO DE CONSTRUCCION.

PROYECTO PERSULFATO

FECHA : ABRIL DE 1992

CAPITAL

CTA	CONCEPTO	MONTO (MP)*
01	COMPRA DE EQUIPO	1,633.0
02	COMPRA DE INSTRUMENTOS	56.0
03	INSTALACION DE EQUIPO	98.0
04	INSTALACION DE INSTRUMENTOS	26.0
05	CIMENTACION	78.0
06	ESTRUCTURAS Y PLATAFORMAS	390.0
07	TUBERIAS Y VALVULAS	114.0
08	DUCTOS	56.0
09	MATERIAL ELECTRICO	460.0
10	EDIFICIOS	332.5
11	DRENAJES	32.0
12	SERVICIOS	20.0
13	LABORATORIO, EQUIPOS Y REACTIVOS	91.0
14	PINTURA	20.0

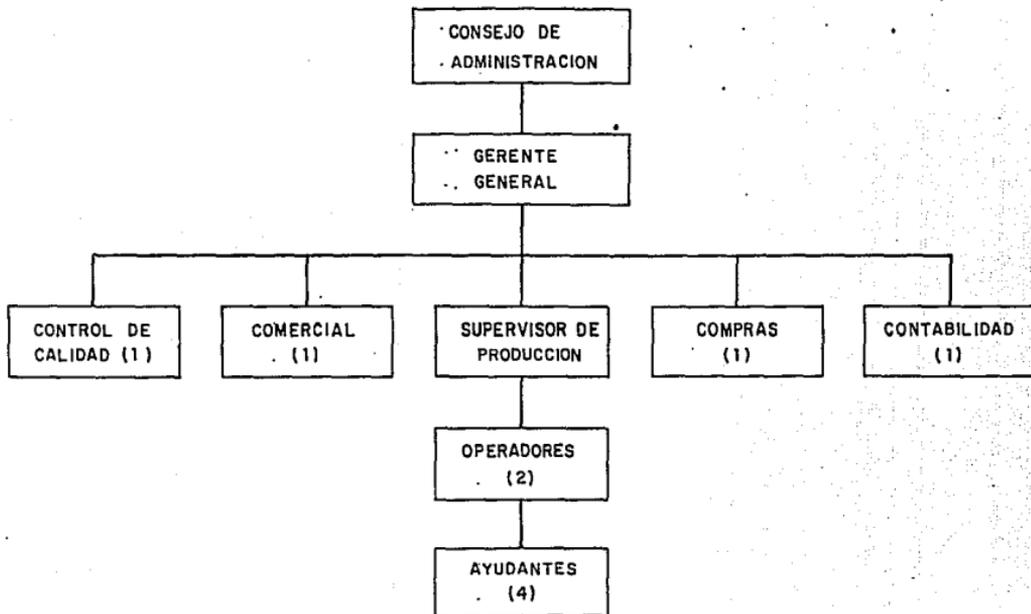
TOTAL : 3,406.5

( MP\* = Millones de Pesos )

3.17- PROYECTO: PRODUCCION DE PERSULFATO DE POTASIO 1992-1993

ACTIVIDAD	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
	5-9	12-16	19-23	26-30	2-6	9-13	17-20	23-27	30-4	7-11	14-18	21-25	28-1	4-8	11-15	18-22	25-29	2-6	9-13	16-20	23-27	30-3	6-10	13-17
<b>I- CONSTRUCCION DE PLANTA</b>																								
1.- OBTENCION DE RECURSOS FINANCIEROS																								
2.- TERRACERIAS Y ALAMBRADOS																								
<b>II-COMPRA DE EQUIPO</b>																								
1.- MATERIALES PARA CONSTRUCCION																								
2.- EQUIPO																								
3.- VALVULAS Y TUBERIAS																								
4.- INSTRUMENTOS																								
5.- MATERIAL ELECTRICO																								
<b>III-INSTALACION Y CONSTRUCCION</b>																								
1.- CIMENTACIONES																								
2.- PLATAFORMAS																								
3.- INSTALACION DE EQUIPO																								
4.- INSTALACION ELECTRICA																								
5.- INSTALACION TUBERIAS Y VALVULAS																								
6.- INSTALACION DE INSTRUMENTOS																								
7.- PINTURA																								
<b>IV-PUESTA EN MARCHA</b>																								
1.- CUBICACION DE EQUIPOS																								
2.- PRUEBA DE EQUIPOS																								
3.- PRUEBA DE INSTRUMENTOS																								
4.- COMPRA DE MATERIAS PRIMAS																								
5.- SIMULACION DE PROCESO																								
6.- PUESTA EN MARCHA																								

## ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



## 3.18.- ESTIMADO DE INVERSIONES DEL PROYECTO.

## 3.18.1.- INVERSION FIJA :

	MP*
TERRENO	400.0
MAQUINARIA Y EQUIPOS	2,571.0
EDIFICIOS	832.5
EQUIPO DE TRANSPORTE	917.8
SUMA :	4,724.3

## 3.18.2.- INVERSION DIFERIDA :

GASTOS DE PROYECTO	205.0
--------------------	-------

## 3.18.3.- CAPITAL DE TRABAJO 679.7

TOTAL : 5,609.0

## 3.18.4.- RESUMEN DE INVERSIONES :

REQUERIMIENTOS	MAR. 1992 (MP*)
INVERSION EN ACTIVOS FIJOS	4,724.3
INVERSION EN ACTIVOS DIFERIDOS	205.0
INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO	679.7
TOTAL :	5,609.0

## FUENTES

UTILIDAD NETA	294.9
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	411.3
CAPITAL SOCIAL	2,870.0
CREDITO	2,032.8
TOTAL :	5,609.0

(MP\* = Millones de Pesos)

## 3.18.5.- CALENDARIO DE INVERSIONES.

	1992 MP*			1993 MP*			TOTAL
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
CONSTRUCCION, MAQUINARIA Y EQUIPO	1,080.0	850.0	644.0				2,574.0
CONSTRUCCIONES EDIFICIOS	319.0	250.0	263.5				832.5
IVA ACREDITABLE	209.8	165.0	151.1	43.3	34.89	40.4	644.6
TERRENO	400.0						400.0
PRODUCCION				144.5	109.2	224.6	559.3
GASTOS DE VENTAS				20.9	22.1	23.0	66.0
GASTOS GENERALES				18.3	20.3	21.8	60.4
SUMA	2,008.8	1,265.0	1,158.6	332.0	267.5	309.8	5,341.7
GASTOS FINANCIEROS				190.0			190.0
TOTAL	2,008.8	1,265.0	1,158.6	522.0	267.5	309.8	5,531.7

( MP\* = Millones de Pesos ).

4.0.- EVALUACION ECONOMICA  
Y FINANCIERA.

4.0.- EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA ( ESTADOS E INDICES FINANCIEROS ).

4.1.- ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO SIN FINANCIAMIENTO ( MP\* )

PERIODO	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AÑO RELATIVO	-1	0	1	2	3	4	5
UTILIDAD NETA		449.6	721.2	928.8	1121.0	1352.0	1352.0
LIQ. CAP. DE TRABAJO							680.0
DEPRESIACION PLANTA Y EQUIPOS	411.3	411.3	411.3	411.3	411.3	411.3	411.3
TOTAL DE ENTRADAS		860.9	1132.5	1340.1	1532.3	1763.3	2443.0
INVERSION EN ACTIVO FIJO	4724.3						
INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO		679.7					
TOTAL SALIDAS EN EFECTIVO S/F	4724.3	679.7					
FLUJO DE EFECTIVO S/FINANCIAMIENTO	-4724.3	181.2	1132.5	1340.1	1532.3	2443.0	

( MP\* = Millones de Pesos ).

## 4.2.- PRESUPUESTO DE VENTAS.

PLANTA PRODUCTORA DE PERSULFATO DE POTASIO  
 PRESUPUESTO DE VENTAS  
 VALORES CONSTANTES AL 15 DE MARZO DE 1992  
 MILLONES DE PESOS Y TONELADAS.

1992	TON.	a \$ 8.0 /TON	IVA	TOTAL
MAR	3.0	24	3.6	13.8
ABR	7.0	56	8.4	64.4
MAY	11.0	88	13.2	101.2
JUN	15.0	120	18.0	138.0
JUL	15.0	120	18.0	138.0
AGS	15.0	120	18.0	138.0
SEP	15.0	120	18.0	138.0
OCT	15.0	120	18.0	138.0
NOV	15.0	120	18.0	138.0
DIC	15.0	120	18.0	138.0
TOTAL	126.0	1008	151.2	1159.2
1993	188.0	1504	225.6	1729.6
1994	197.0	1576	236.4	1812.4
1995	206.0	1648	247.2	1895.2
1996	215.0	1720	258.0	1978.0
1997	224.0	1792	268.8	2060.8

## 4.3.- PROGRAMA DE AMORTIZACION DE CREDITO.

PLANTA PRODUCTORA DE PERSULFATO DE POTASIO.

PROGRAMA DE AMORTIZACION DE CREDITO.

MONTO \$ 2,308.0 ( Millones de Pesos ).

INTERES 60 % ANUAL

AMORTIZACIONES SEMESTRALES Y PAGO DE INTERESES TRIMESTRALES.

AÑO	FECHA MES	MINISTRA- TACION	SALDO AL INICIO	INTERESES DEVENGADOS EN EL PERIODO	AMORTIZACION SEMESTRAL	SALDO INSOLUTO AL FINAL	SUMA PAGADA
1992	OCT	1000.0	1000.0	50.0		1000.0	
	NOV	400.0	1400.0	70.0	*	1400.0	
	DIC	400.0		90.0	*	1800.0	230.0
1993	ENE	200.0	2000.0	100.0	*	2000.0	
	FEB	32.8	2032.8	101.6	*	2032.8	
	MAR		2032.8	101.6	*	2032.8	303.3
TRIM	ABR/JUN		2032.8	304.9	*	2032.8	304.9
	JUL/SEP		2032.8	304.9	*	2032.8	304.9
	OCT/DIC		2032.8	304.9	*	2032.8	304.9
1995	ENE/MAR		2032.8	304.9**	203.28	1829.5	508.2
	ABR/JUN		1829.5	274.4		1829.5	174.3
	JUL/SEP		1829.5	274.4	203.28	1626.2	477.7
	OCT/DIC		1626.2	243.9		1626.2	243.9
1995	ENE/MAR		1626.2	243.9	203.28	1422.9	447.2
	ABR/JUN		1422.9	213.4		1422.9	214.3
	JUL/SEP		1422.9	213.4	203.28	1219.7	416.7
	OCT/DIC		1219.7	182.9		1219.7	182.9
1996	ENE/MAR		1219.7	182.9	203.28	1016.4	386.2
	ABR/JUN		1016.4	152.4		1016.4	152.4
	JUL/SEP		1016.4	152.4	203.28	813.1	355.7
	OCT/DIC		813.1	122.0		813.1	122.0

FECHA	MINITRA	SALDO AL	INTERESES	AMORTIZACION	SALDO	SUMA
ARO	MES	TACION	DEVENGADOS	SEMESTRAL	INSOLUTO	PAGADA
		INICIO	EN EL		AL FINAL	
			PERIODO			
1996	ENE/MAR	813.1	122.0	203.28	609.8	325.2
	ABR/JUN	609.8	91.5		609.8	91.5
	JUL/SEP	609.8	91.5	203.28	406.5	294.7
	OCT/DIC	406.5	61.0		406.5	61.0
1997	ENE/MAR	406.5	61.0	203.28	203.3	264.2
	ABR/JUN	203.3	30.5		203.3	30.5
	JUL/SEP	203.3	30.5	203.28	—	233.8

\* PERIODO DE GRACIA

\*\* PRIMERA AMORTIZACION SEMESTRAL OCT/92 - MAR/93.

## 4.4.- CEDULA DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION (MP\*).

	VALOR ORIGINAL	% DE DEPRECIACION O AMORTIZACION	CARGO ANUAL
ACTIVO FIJO O DIFERIDO			
TERRENO	4,000.0		
EDIFICIOS	832.5	5	41.6
MAQUINARIA Y EQUIPOS	3,491.8	10	349.2
GASTOS DE PROYECTO	205.0	10	20.5
DEPRECIACION Y AMORTIZACION ANUAL			411.3

## 4.5.- TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION (MP\*).

AÑO	# AÑO	SALDO INICIAL	INVERSION EN ACTIVOS FI-- JOS.	FLUJO NETO DE EFECTI- VO.	SALDO FINAL
1992	-1	0.0	4,724.3	-4,724.3	-4,724.3
1993	0	-4,724.3	0.0	181.2	-4,543.1
1994	1	-4,543.1	0.0	1,132.5	-3,410.6
1995	2	-3,410.6	0.0	1,330.1	-2,070.5
1996	3	-2,070.5	0.0	1,532.3	- 538.2
1997	4	- 538.2	0.0	1,763.3	1,225.1

$$TR = (5 - 1) + \frac{5382.0}{17633.0} = 4.3$$

LA INVERSION SE RECUPERA EN 4 AÑOS 4 MESES.

(MP\* = Millones de Pesos)

## 4.6.- EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL.

## 4.6.1.- INVERSION POR EMPLEO GENERADO.

INVERSION TOTAL	5,609.0 (MP <sup>*</sup> )
EMPLEOS DIRECTOS GENERADOS	12
INVERSION POR EMPLEO	467.42 (MP <sup>*</sup> )

4.6.2.- AHORRO NETO DE DIVISAS DEL PROYECTO (MP<sup>\*</sup>).

AHORRO DE DIVISAS	1992	1993	1994	1995	1996	SUMA
VOLUMEN (TON)	126	188	197	206	215	
VALOR	1,159.0	1,729.6	1,812.4	1,895.0	1,978.0	8,574.1

## SALIDA DE DIVISAS

COSTO CIF. DE MAT. PRIMAS	1992	1993	1994	1995	1996	SUMA
	564.2	659.1	704.6	739.7	777.4	3,445.0
AHORRO NETO	595.0	1,070.0	1,107.8	1,155.5	1,200.6	5,129.1

## 4.6.3.- VALOR AGREGADO

AÑO	MILLONES DE PESOS
1992	119.070
1993	177.660
1994	186.165
1995	194.670
1996	203.170

(MP<sup>\*</sup> = Millones de Pesos)

## 4.6.4.- IMPUESTOS GENERADOS

AÑO	MILLONES DE PESOS
1992	12.141
1993	14.570
1994	17.483
1995	20.980
1996	25.176

## 4.6.5.- DERRAMA DE SUELDOS Y SALARIOS

AÑO	MILLONES DE PESOS
1992	165.450
1993	198.540
1994	238.248
1995	285.897
1996	343.077

## 5.0.- CONCLUSIONES

## 5.0. - CONCLUSIONES

Basandonos en el análisis realizado al Proyecto -- para una planta productora de Persulfato de Potasio, y tomando en cuenta los siguientes puntos :

- 1.- La existencia de un mercado potencial, a nivel nacional, de 120 Toneladas anuales en promedio tomando como base el pronóstico conservador. - El precio actual registrado ( Marzo de 1992 ) - es de \$ 10,500 pesos/kilo equivalente a \$ 3.39 U.S./kilo para el Persulfato de Potasio grado-técnico.
- 2.- En función del análisis de localización de la planta, se recomienda que la construcción de esta se realice en Atlacomulco, Edo de México, debido a la infraestructura industrial con que cuenta, la disponibilidad de obtener las materias primas al costo más bajo, a su situación-geográfica, en el centro del país que es donde se localiza la mayoría de los consumidores.
- 3.- El análisis del proceso químico asegura obtener un producto de alta calidad, consiguiendo obtener las especificaciones requeridas para el grado técnico del producto de importación.- debido a la optimización del proceso.
- 4.- No se contempla dificultad en obtener financiamiento necesario a tasas preferenciales por -- parte de algun organismo como FOMEC ( Fomento al Mediano Comercio ) ó FOGAIN ( Fondo de Garantía y Fomento a la Pequeña y mediana Industria ) debido a las características con que -- cuenta el proyecto.

- 5.- El monto al que asciende la inversión requerida para la realización del proyecto es de 5609 millones de pesos, con una utilidad neta de -- 294.9 millones de pesos y un tiempo de recuperación de la inversión de 4 años 4 meses.
- 6.- Aunado a los beneficios económicos que proporciona el proyecto al inversionista, también -- resulta atractivo para la economía de nuestro país, debido a que cumple con los requisitos -- establecidos en el actual Plan Nacional de desarrollo, que son :
- Generación de Empleos
  - Generación de Divisas
  - Sustitución de Importaciones
  - Ingresos a la Federación por generación de -- impuestos
  - Desarrollo de la planta industrial en las -- zonas de máxima prioridad económica.

Se resume que la edificación de una Planta Productora de Persulfato de Potasio con una capacidad de 245-Toneladas/Año es factible por todas las ventajas que -- presenta.

## 5.1. - BIBLIOGRAFIA

ALFONSO DE LA FLORIDA, CARLOS

Mercamétrica de 75 Ciudades Mexicanas

7<sup>a</sup> Edición, México.

Mercamétrica Ediciones, S.A.

HIMMELBLAU, DAVID M.

Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química

CECSA, MEXICO

Septiembre de 1980

LUDWING, E.

Applied Process Desing for Chemical and Petroleum Plants

Ed. Gulf Publishing Co. 1965

Mc CABE, WARREN L. Y JULIAN C, SMITH.

Unit Operations of Chemical Engineering

3th. Ed. New York

Ed. Mc Graw Hill Book, Co. 1976

MICROFICHAS IMCE - FRACCION - PRODUCTO - PAIS

Instituto Mexicano de Comercio Exterior.

1985 - 1992

PERRY, ROBERT H. Y CECIL H, CHILTON.

Biblioteca del Ingeniero Químico

5<sup>a</sup> Edición ( 2<sup>a</sup> en Español )

Mc Graw - Hill, 1987

VILLARREAL DOMINGUEZ, ENRRIQUE

Elementos de Electroquímica Formativa.

UNAM. MEXICO, 1970

CRANE

Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and Pipe

Crane, Co.

ALLEN J. BARD.

Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications.

Jhon Wiley and Sons, Inc.

1980.