

201 89

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE QUIMICA

**“ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO Y DE
LABORATORIO PARA LA OBTENCION DE
LAURIL SULFATO DE SODIO”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

LUIS MANUEL VILLEGAS ELIZARRARAS

1 9 8 7



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.

I N D I C E .

AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCION

GENERALIDADES

SELECCION DEL PROCESO

MATERIALES Y METODOS

PARTE EXPERIMENTAL

ANALISIS DEL MERCADO

CALCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO

ESTUDIO ECONOMICO

DISCUSION

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

AGRADECIMIENTOS	I
CAPITULO I.- INTRODUCCION	1
CAPITULO II.- GENERALIDADES	
2.1 Clasificación de Tensoactivos	6
2.2 Propiedades	7
2.3 Usos y Aplicaciones	10
2.4 Toxicidad	11
2.5 Especificaciones	12
CAPITULO III.- SELECCION DEL PROCESO	14
3.1 Alternativas	15
3.2 Evaluación de Alternativas	20
3.3 Descripción General del Proceso	25
CAPITULO IV.- MATERIALES Y METODOS	27
4.1 Materias Primas	28
4.2 Disponibilidad de Materias Primas	33
4.3 Métodos de Análisis	35
CAPITULO V.- PARTE EXPERIMENTAL	38
5.1 Experimentación	39
5.2 Resultados	43
5.3 Estudio de las propiedades del Compuesto	46

CAPITULO VI.- ANALISIS DEL MERCADO	56
6.1 Demanda	58
6.2 Oferta	63
6.3 Distribución Geográfica de Materias Primas	67
6.4 Determinación del Tamaño de Planta	71
6.5 Localización de la Planta	76
CAPITULO VII.- CALCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO	84
7.1 Desarrollo Preliminar	85
7.2 Distribución de Equipos	130
7.3 Plano de Distribución de la Planta	133
CAPITULO VIII.- ESTUDIO ECONOMICO	137
8.1 Inversión Fija	138
8.2 Estimación de Costos y Presupues tos de Operación	146
8.3 Punto de Equilibrio	157
8.4 Capital de Trabajo	162
8.5 Estados Financieros Proforma	167
8.6 Resultados	174
8.7 Análisis de Sensibilidad	175
8.8 Evaluación Económica	179
CAPITULO IX.- DISCUSION	185

CAPITULO X. - CONCLUSIONES

189

BIBLIOGRAFIA

191

AGRADECIMIENTOS

II

A TI MAMA:

Por la infinita bondad que siempre has desprendido, por haberme inculcado el amor y el respeto, por escucharme siempre, -- porque jamás dejaste de creer en mi, porque siempre pude y puedo contar contigo, porque simplemente eres mi madre, gracias por -- existir, por no desfallecer, por luchar ante todo, por ser como eres.

El sacrificio no fue en vano, y no será la última alegría que te cause, ni el último esfuerzo a que me motive.

A LA MEMORIA DE MI PADRE:

Por haberme enseñado a luchar, por tu hermosa filosofía de la vida, por tu espíritu de sacrificio y trabajo; aunque no viste realizado tu esfuerzo pues la única batalla que perdiste fue la de seguir aquí, con orgullo por haber tenido un padre como tu y por saber que no te defraudé; - dedico esta tesis y todo lo que involucra su realización a tu memoria, - gracias papá, donde quiera que estés.

III

A LA MEMORIA DE JOSE

Porque aún sigues iluminando
con tu sonrisa limpia y bondadosa
la totalidad de mi vida.

Gracias hermanito, por haber sido
como fuiste, por tu gran valentía
y coraje, por haberle luchado cara
a cara a la muerte.

Gracias por haberme dado tanto
ayer, hoy y siempre, donde quiera
que te encuentres.

A Gustavo, Guadalupe, Juan Carlos,
Patricia, Esperanza, Alejandra y -
María de Jesús.

Por ser como son, por apoyarme
siempre.

Con la seguridad de que saldrán a-
delante.

Les dedico esta tesis, que es el
primer logro de todos, pero no el
último.

Gracias por ser mis hermanos.

IV

A la familia Villegas Ledezma:

Por el enorme apoyo que me brindaron,
sin el cual jamás hubiera culminado esta
meta.

A todos y cada uno de sus miembros,
gracias infinitamente por haber sido mi
segunda familia.

Les dedico esta tesis con profundo
cariño; pues cada una de sus hojas está
sostenida sobre las cimientos que ustedes
me proporcionaron.

A Josefina Elizarraráz

Por estar siempre cuando más falta
haces, por tanto amor repartido y por tu
increíble apoyo.

"Porque las efélides de tu faz iluminan el entorno
de mi camino"

A MARTHA:

Por ser el mejor acontecimiento de mi vida,
por estar presente en todos y cada uno de mis actos,
por tu apoyo total y desinteresado,
por estar siempre a mi lado.
Te dedico esta tesis con todo el amor que me inspiras.

Gracias por permanecer en mi vida.

Al Ingeniero Fernando Beltrán Domínguez

Gracias por su valiosa e inapreciable ayuda en el desarrollo de esta tesis y su apoyo total para lograr esta meta.

Al Ingeniero J. Guillermo Rojas Fajardo

Por sus consejos y apoyo, por el tiempo que me dedicó y por su constante colaboración en todos los aspectos.

A José Arturo González F.

Por ser el amigo en los peores momentos, con la esperanza de que culminará todas sus metas.

VII

Al Ingeniero Emilio Barragán Hernandez

Por sus valiosos consejos y su total apoyo.
Por su acertada dirección en todos los niveles.
Por ser un amigo, más que un Director.

Al Ingeniero José F. Guerra Recasens.

Por sus consejos y comentarios
en el desarrollo de este trabajo.

Al Ingeniero Ramón Arnaud H.

Por su ayuda y apoyo desinteresados.

Al M.C. Mauricio Castro Acuña.

Por sus invaluable consejos y su gran
apoyo en la elaboración de este trabajo.
Por ser un gran amigo y Profesor

VIII

A María Elena González Durón, Víctor Manuel García Salazar,
Beatriz Ramírez Santos, Regina Lascurain Pérez y Teresa -
Parra González.

Por su gran ayuda en el desarrollo de esta tesis y por
su compañerismo en el trabajo.

A María Elena García Gutiérrez :

Por su titánica y desinteresada labor para lograr
la culminación del presente trabajo.

A la memoria del Doctor Horacio Olivera García.

Por sus inapreciables consejos que fueron guía en el
desarrollo del trabajo. Por haberme enseñado e inclu-
cado el deber de un profesional de la Química.

A todo el personal de C E M I F A R.

Por su compañerismo y comprensión. Gracias.

A los Profesores:

Edna Cárdenas Cuenca
Cesar Rincón Orta
Enrique Bazua Rueda
Carlos M. Castro Acuña
Javier Garfias
Ernesto Zeller Epsen
Alain Queré Thoreint
Luz Elena Vera Avila
Octavio Reyes Salas
Alejandro Anaya Durand
Alberto Bremountz Monje
José T. Martínez Montes
Martín Hernández Luna
Elizabeth Nieto Calleja
Gabriel Siade Barquet
José Luis Uriegas U.
Gilberto Figueroa Arechavaleta
Edgar Siegler Andrade
Ramiro Danache Domínguez
Eugenio Roldán Parrodi

Por haberme enseñado el valor de ser unos
profesionales de la educación.

A José Luis Maqueos, Francisco Villaseñor, Juan José Díaz Prats, Raul Villanueva, Victor Hugo Fernández, Marco Augusto González y Alejandro Chávez.

Por ser tan grandes amigos, por compartir el trabajo de llegar hasta aquí y por su grata y alentadora compañía. Gracias amigos.

A todos mis compañeros, que de una u otra manera están presentes siempre en mi memoria.

A la inolvidable Facultad de Química, cuna y base de mi desarrollo estudiantil.

A todos aquellos que siempre creyeron en mí, y a todos aquellos que nunca lo hicieron, pero que gracias a ambos, por su apoyo o por su desánimo, tuve fuerzas cuando más lo requerí para culminar esta meta, que en mi vida tiene la mayor trascendencia.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El objeto del presente estudio surge a raíz del interés planteado por el Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S.) con respecto a la centralización de las lavanderías existentes y las proyectadas a futuro.

La centralización ha ocasionado problemas relativos a la integración de los procesos de lavado, tales como: notables variaciones en la calidad del agua (sobre todo en la dureza), diferencias en los equipos y maquinaria existentes, aún dentro de una misma planta y un gran interés en la no biodegradabilidad del detergente utilizado actualmente (Lauril Bencen Sulfonato de Sodio).

En relación al detergente, se plantea la posibilidad de fabricarlo para autoconsumo, por lo que surge el interés de realizar el estudio para el Lauril Sulfato de Sodio, el cual es prácticamente biodegradable.

Siendo un proceso que se realiza desde 1899 en Alemania, es ampliamente conocido y relativamente sencillo.

A fin de encontrar las condiciones reales y óptimas, el estudio incluye el trabajo de laboratorio, el diseño de experimentos, y las pruebas comparativas con el producto comercial de la mejor calidad en el mercado.

Se plantea el análisis de Peters para tener una primera idea de la posible viabilidad y costeabilidad del proceso elegido en base a los resultados experimentales, lo cual marca la pauta para continuar o desechar el proyecto.

No obstante que la capacidad de la planta proyectada está definida en función del consumo actual de Lauril Bencen Sulfonato de Sodio, se efectúa el Análisis del mercado para el producto a fin de tener consideraciones más realistas de comparación.

El estudio Técnico - Económico se plantea con el objeto de abarcar el proceso global y realizar el análisis comparativo del costo comercial del producto y el costo de producción para autoconsumo.

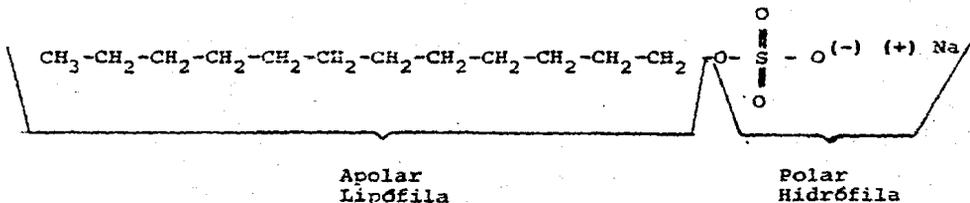
A lo largo del presente estudio se estiman los diferentes - parámetros que finalmente son evaluados en el Estudio Económico y que dan la pauta para la posible realización del proyecto.

CAPITULO II

GENERALIDADES

El Lauril Sulfato de Sodio es un agente de superficie activa (Surfactante), se le identifica también como Dodecil Sulfato de Sodio e Irium.

Las propiedades del Lauril Sulfato de Sodio están determinadas por las características de su molécula y sus interacciones con el agua como disolvente. La molécula tiene dos extremos diferentes: uno es una cadena hidrocarbonada que es apolar e hidrofoba, esto es, rechazada por el agua, pero lipofila (atraída por las grasas); y el otro extremo es un ión que tiene precisamente las propiedades opuestas y en consecuencia es polar, hidrofila y lipofoba.



El grupo polar tiende a hacer la molécula soluble en agua (hidrófila); la cadena hidrocarbonada apolar es soluble en las grasas (lipófila). Cuando se añade al agua, las moléculas forman una película unimolecular con los grupos sulfato disueltos en agua, y las cadenas hidrocarbonadas se mantienen ergidas formando una capa de hidrocarburos, (Fig. 1.1.)

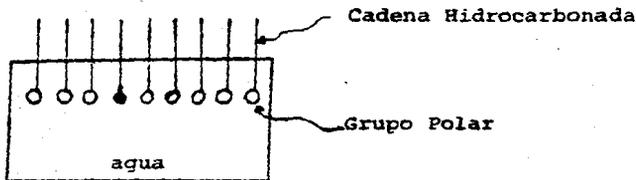


Fig. 1.1

Estas características permiten disminuir la tensión superficial de soluciones acuosas y emulsificar las grasas.

2.1 CLASIFICACION DE SURFACTANTES.

La parte hidrofílica de los surfactantes solubles más efectivas (jabones, detergentes sintéticos y colorantes) es de ordinario un grupo iónico.

Los iones, con fuerte afinidad por el agua, motivada por su atracción electrostática hacia los dipolos de H₂O, pueden arrastrar consigo a la solución cadenas de hidrocarburo.

Los surfactantes, o agentes de superficie activa, se clasifican en aniónicos, catiónicos y no iónicos, según la carga que poseen en la parte que presenta actividad de superficie. La tabla 1.1. muestra algunos ejemplos de las tres clases:

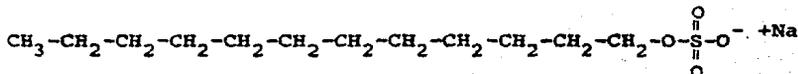
TABLA 1.1
Surfactantes.

<u>ANIONICOS</u>	Porción con actividad de Superficie.
Estearato de Sodio	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COO ⁻
Oleato de Sodio	CH ₃ (CH ₂) ₇ - CH= CH (CH ₂) ₇ COO ⁻
Dedecil Sulfato de Sodio	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ SO ₄ ⁻
Dodecil Bencen Sulfonato de Sodio	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ C ₆ H ₅ -SO ₃ ⁻
<u>CATIONICOS</u>	
Clorhidrato de Laurilamina	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ NH ₃ ⁺
<u>NO IONICOS</u>	
Oxidos de Polietileno como:	CH ₃ (CH ₂) ₇ C ₆ H ₄ (O CH ₂ CH ₂) _n OH

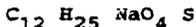
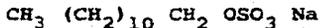
2.2. PROPIEDADES

El artículo comercial es una mezcla de Alquil Sulfatos de Sodio análogos, con el Lauril Sulfato de Sodio predominantemente.

Fórmula Desarrollada:



Fórmulas Condensadas:



Peso molecular: 288.38 g /g mol.

Punto de fusión 204 - 207°C.

Cristales blancos o amarillos brillantes, en escamas o en polvo.

Olor tenue de sustancias grasas. De textura suave, da reacción neutral, su pH normal es de 7.6.

C= 49.98%

H= 8.74%

O= 22.19%

Na= 7.97%

S= 11.12%

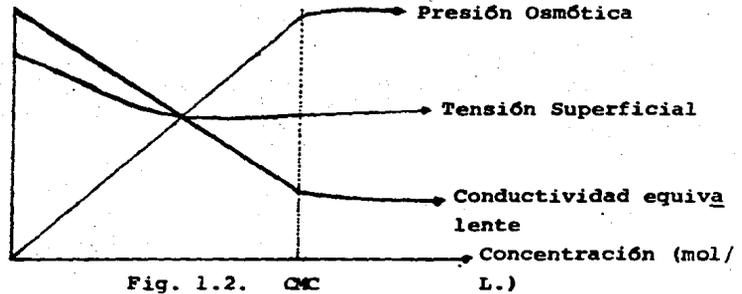
Alcohol Láurico= 64.61%

SO₄= 33.31%

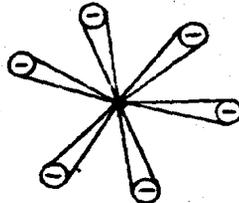
Un gramo se disuelve en 10 ml. de agua, resultando una solución opalescente.

Las soluciones de Lauril Sulfato de Sodio (y de los surfactantes en general) tienen propiedades físicas no usuales. En soluciones diluidas se comportan como electrolitos normales, pero a una concentración dada y bien definida ocurren cambios bruscos en su presión osmótica, conductividad eléctrica y tensión superficial.

En la figura 1.2 se muestra la gráfica de presión osmótica, conductividad equivalente y tensión superficial de soluciones de Lauril Sulfato de Sodio, en función de la concentración.



Este comportamiento anormal se explica mediante la formación de micelas, agregados de los iones del surfactante, con las cadenas de hidrocarburo hacia dentro y los grupos hidrofílicos hacia a fuera, - en contacto con el medio acuoso (Fig. 1.3).



Micela Esférica

Fig. 1.3.

La concentración a la cual la formación de micelas es apreciable se llama la concentración micelar crítica (CMC); para el Lauril Sulfato de Sodio la CMC es ca 8 m mol.

TENSION SUPERFICIAL. Es una propiedad común a todas las intercaras líquido - gas, es la fuerza perpendicular a la superficie del líquido, dirigida hacia el seno de éste.

A continuación se muestra el valor de la tensión superficial en diferentes soluciones a 25°C. y pH normal (7.6).

Lauril Sulfato de Sodio	Tensión Superficial (Dinas 1 cm.)			
	0.10%	0.10%	0.10%	0.10
% Peso	Agua	Na ₂ SO ₄	Na ₄ P ₂ O ₇	CMC (*)
0.1	33.4	32.1	32.6	32.8
0.4	33.0	31.6	32.6	32.7

* CMC se refiere a Carboximetil celulosa.

Como excepción a los surfactantes aniónicos el Lauril Sulfato de Sodio no varía su tensión superficial apreciablemente con el incremento del pH; los datos siguientes se obtuvieron para solución - al 0.4% en peso.

pH	4	7.6	9	11	12
Tensión Superficial	33.4	33.0	33.3	33.7	33.2

TENSION INTERFACIAL es la Tensión en la interfase líquido-líquido.

A continuación se muestran valores de tensión interfacial del Lauril Sulfato de Sodio contra Aceite de Parafina y Aceite rojo, a 25°C. en diferentes soluciones:

Lauril Sulfato de Sodio _____ Tensión Interfacial _____

% Peso	Aceite Parafina				Aceite Rojo			
	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%
	Agua	Na ₂ SO ₄	Na ₄ P ₂ O ₇	CMC	Agua	Na ₂ SO ₄	Na ₄ P ₂ O ₇	CMC
0.1	9.7	7.1	7.2	8.4	0.4	0.2	0.2	0.2
0.4	9.0	7.8	8.0	6.6	0.2	0.2	0.2	0.1

En seguida se agrupan los valores del ángulo de contacto, trabajo de adhesión y tensión de Adhesión para soluciones de Lauril Sulfato de Sodio en agua a 25°C.

Lauril Sulfato de Sodio.	ergs/cm ² sobre cera de Parafina		
% Peso	Angulo de Contacto	Trabajo de Adhesión	Tensión de Adhesión
0.1	58.5	50.9	17.5
0.4	66.4	46.2	13.2

2.3 USOS Y APLICACIONES

Debido a las propiedades enumeradas en el punto anterior y a la experiencia tanto en el hogar como en la industria puede afirmarse - que el Lauril Sulfato de Sodio es un buen agente humectante, tiene capacidad para la producción de espuma y es también un buen detergente, por lo que sus usos se extienden a procesos en los cuales se aprovechan estas propiedades. El producto es usado principalmente en la - industria textil, cosmética y farmacéutica.

Sus usos principalmente son los siguientes:

1.- Dentro de la Industria Textil:

- a) Como detergente de lana y algodón, principalmente.
- b) Como auxiliar en el teñido de fibras, sobre todo de Nylon.

2.- En la industria farmacéutica y cosmética:

- a) Como emulsionante
- b) Detergente en Dentríficos y Shampoos.
- c) Como tensoactivo en tintes para cabello.
- d) Como estabilizador de espumas.
- e) En cremas y pomada como humectante.

3.- Otras Industrias:

- a) En la industria del cuero se usa como auxiliar y como emulsificador de aceites de pescado en el engrase del cuero.
- b) En removedores de Pintura y Barnices como emulsificante, - auxiliar en el aclarado de superficies.
- c) En alimentos, es usado como emulsificante, en el procesamiento de clara de huevo.
- d) Se utiliza además como emulsionante en algunas reacciones de polimerización en emulsión.

2.4 TOXICIDAD

La toxicidad es de un orden moderado. En el Clinical Toxicology of Commercial Products, se le clasifica con un rango de toxicidad de 3, el cual corresponde precisamente a un grado moderado.

Sin embargo, si se tiene un contacto constante con soluciones concentradas puede presentarse irritación en la piel por la eliminación de aceites naturales, produciéndose así enrojecimiento de la piel, ulceración e incluso dermatitis papular.

En personas hipersensibles también puede causar engrosamiento de la piel con exudación, agrietamiento, descamación y vesiculación. Si se ingiere una dosis considerable puede causar irritación gástrica intestinal, diarrea, distensión intestinal y ocasionalmente vómito, debido a que estimula la producción de mucosa gástrica.

No se han reportado defunciones por ingestión. Experimentos en ratas indican que el DL_{50} fluctúa entre 1 y 5 g/kg. La cifra máxima segura para niños se calcula de 0.1 a 1 g/kg.

Si se usa como detergente, los aditivos pueden causar asma en contactos prolongados.

TRATAMIENTO

En caso de erupciones cutaneas se recomienda lavado con agua, secar perfectamente y evitar nuevas exposiciones. Si se tiene con tacto con piel y ojos basta con lavar abundantemente con agua. En caso de ingestión suministrar líquidos e inferir el vómito seguido de un lavado gástrico.

2.5 ESPECIFICACIONES.

El producto comercial se vende en forma de sales secas o en forma de pasta. Los productos secos tienen un contenido de sustancia activa que varia del 25 al 90%, siendo el resto una sal inorgánica. La pasta contiene cerca del 25% de detergente y menos de 5% de sal y el resto de agua.

La norma oficial Mexicana NOM-K-560, establece las condiciones de aceptación para el Lauril Sulfato de Sodio, y para este efecto lo clasifica en dos tipos con un grado de Calidad.

Tipos

- A Sólido
- B Líquido

Color: Blanco o ligeramente amarillo

Olor: Ligero, Suave

Apariencia: Cristales blancos o líquido ligeramente amarillo.

También se consume en grado U.S.P., grado técnico, grado F.C.C. y grado reactivo (al 98%).

ALMACENAMIENTO Y MANEJO.

Comunmente el producto comercial, en cualquiera de sus presentaciones, se almacena en barriles de 55 galones, en áreas de baja humedad y perfectamente secas y se transporta en carros tanque.

Su manejo sólo requiere el evitar el contacto con agua y cuidar de posibles contaminaciones.

Debido a su moderada Toxicidad, el personal que maneje y transporte el producto no requiere de equipo de seguridad especial, sin embargo es recomendable el uso de guantes y anteojos..

CAPITULO III

SELECCION DEL PROCESO

Los agentes tensoactivos que son hemiesteres del ácido sulfúrico incluyen una gran variedad de productos comercialmente importantes, que pueden dividirse en dos grandes grupos: 1° Productos que tienen al grupo sulfato directamente unido a la parte hidrofóbica. 2° Productos que tienen el grupo sulfato unido al grupo hidrofóbico a través de una unión intermedia. Los alcoholes sulfatados pertenecen al primero de estos grupos y es precisamente al grupo que pertenece al Lauril Sulfato de Sodio, que es una sal (de Sodio) del Sulfato del alcohol Laurico.

Dado que los procesos de sulfatación, aún los más ingeniosos y complicados, son relativamente sencillos y generalmente poco costosos, el principal interés de los investigadores en este campo ha sido encontrar maneras de producir los alcoholes a bajo costo.

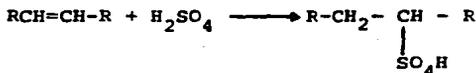
3.1. ALTERNATIVAS.

La manera más sencilla y usual de obtener las sales de los sulfatos de alcoholes alquílicos de cadena larga (C₈ a C₁₈) es mediante la adición directa de un agente sulfatante al alcohol o mezcla de alcoholes reaccionantes, y la posterior neutralización.

El proceso de Sulfatación implica reacciones en su mayoría exotérmicas; el calor desprendido es función directa del agente sulfatante usado, por lo que debe elegirse el más indicado según el alcohol a sulfatar.

La reacción de sulfatación se presenta en dos casos:

- 1.- Introducción del Radical -SO₄H por adición, cuando en el compuesto orgánico se encuentra una doble ligadura:



2.- Cuando está presente un oxhidrilo, reacciona con él, formando el hemiester del ácido sulfúrico y agua:



El producto resultante es un sulfato, y éste es el tipo de reacción que interesa al objetivo del presente trabajo.

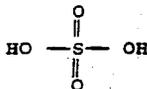
3.1.1 AGENTES SULFATANTES.

Principales agentes Sulfatantes

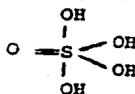
Grupo 1.- SO_3 y sus derivados

a) Acido Sulfúrico. H_2SO_4

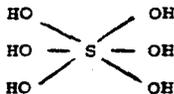
i. Monohidrato (100%). $SO_3 \cdot H_2O$



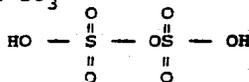
ii. Dihidrato (84.6%) $SO_3 \cdot 2H_2O$



iii. Trihidrato (71.3%) $SO_3 \cdot 3H_2O$



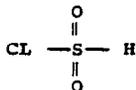
b) Oleum. $H_2SO_4 \cdot SO_3$



c) Trióxido de Azufre. SO_3



d) Ácido Clorosulfónico. $\text{HCl} \cdot \text{SO}_3$



GRUPO 2. SO_2 y Derivados

a) Sulfoclorinación (SO_2 y Cl_2)

b) Sulfoxidación (SO_2 y O_2)

GRUPO 3. Otros Agentes que contienen Azufre

a) Sulfitos y Bisulfitos.

b) Sulfatos y Polisulfatos ácidos.

Existen además otros métodos de sulfatación usados en la industria y descritos en la literatura de patentes, por ejemplo: Sulfatación con el complejo SO_3 - Piridina, con el complejo SO_3 - Dioxano, con clorosulfonato de sodio, con urea y ácidos sulfúricos, etc.

De los 3 grupos anteriores el más conveniente en sulfataciones de alcohol Laurico y productos similares es el grupo 1, por lo que se hará un análisis de los agentes comprendidos en él.

3.1.1.1 ACIDO SULFURICO



El ácido sulfúrico está formado por soluciones de SO_3 en agua; esta relación le da su mayor o menor concentración.

Su actividad como agente sulfatante varía con respecto a su concentración, por lo cual al mezclarse con las moléculas de agua formadas en la reacción, disminuye su poder sulfatante, haciéndose la reacción cada vez más lenta y llegando a un límite de concentración en el cual se detiene.

3.1.1.2. OLEUM.

También llamado ácido sulfúrico fumante, su concentración varía con el contenido de SO_3 libre en el ácido sulfúrico.

El oleum se encuentra en posición intermedia entre el ácido sulfúrico y el SO_3 . Se usa para evitar la disminución de la velocidad de reacción producida por el agua. Produce una reacción rápida y completa, aunque es bastante exotérmica.

Debido a la reacción de Neutralización del exceso de ácido sulfúrico, produce un alto porcentaje de sales (Na_2SO_4).

3.1.1.3. TRIOXIDO DE AZUFRE

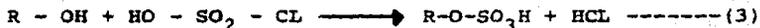


De las reacciones (1) y (2) puede observarse que el SO_3 es el que produce la reacción más completa, su uso implica una reacción demasiado rápida, provocando gran desprendimiento de calor y una fuerte deshidratación, por lo cual debe efectuarse a bajas

temperaturas.

Otra desventaja es la necesidad del uso de solventes para obtener productos poco coloridos, además de su difícil manejo.

3.1.1.4 ACIDO CLOROSULFONICO.



El ácido clorosulfónico es un ácido muy activo ataca con facilidad los compuestos orgánicos, desprendiendo ácido clorhídrico.

Las reacciones de este tipo se completan fácilmente. Sus desventajas son el alto costo y la corrosión que produce.

3.1.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

3.1.2.1 CONCENTRACION DE SO₃ EN EL AGENTE SULFATANTE.

Para cada determinada reacción existe una concentración límite de SO₃ que depende de varios factores, como son la temperatura y el tiempo de reacción y, sobre todo, la concentración del ácido Sulfúrico, pues como se vió anteriormente el grado de sulfatación varía con respecto a la concentración del agente usado y entre más concentrado sea éste, es más completa la reacción.

3.1.2.2. TEMPERATURA.

La temperatura es un factor muy importante en este tipo de reacciones. Al aumentar esta, la velocidad de reacción aumenta, pero a la vez produce polisulfataciones y productos indeseables, por lo cual es mejor conservarla lo más baja posible sobre el punto de fusión del alcohol Laurico.

3.1.2.3. TIEMPO DE REACCION.

El tiempo de reacción debe ser suficiente para que ésta se complete lo mejor posible y este tiempo depende también de la velocidad a la cual se adiciona el agente sulfatante, pues siendo esta una reacción exotérmica, el agente debe adicionarse conservando la temperatura de reacción apropiada.

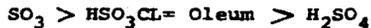
3.1.2.4. AGITACION.

Este factor es indispensable para lograr homogeneidad entre las fases y un contacto íntimo entre las sustancias reaccionantes.

3.2. EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

Un primer factor determinante en la elección del método de sulfatación es la concentración de SO_3 en el agente sulfatante, o bien la reactividad del mismo.

En este rubro es el mismo SO_3 el que produce una mayor cuantitatividad en la reacción; así en orden decreciente de reactividad:



La tabla 3.1. agrupa las características de cada uno de los agentes sulfatantes en cuestión:

AGENTE	FORMULA QUIMICA	FORMA FISICA	APLICACIONES PRINCIPALES	APLICACION RELATIVA	REACTIVIDAD	COMENTARIOS GENERALES
Trióxido de azufre	SO ₃	Líquido gas	Ampliamente utilizado para compuestos orgánicos.	Muy limitada Significativamente empleado.	Extremadamente reactivo altamente reactivo, generalmente mol a mol, reacción instantánea.	Generalmente produce oxidación, carbonización. Se usa en presencia de Solventes para modificar su reactividad. Usado en diluciones de 2 - 8% SO ₃ en aire seco o gas diluyente; puede suministrarse por vaporización de SO ₃ líquido, por remoción de oleum por quemado de azufre.
Oleum	H ₂ SO ₄ SO ₃	Líquido	Para alquilares, para detergentes, varnices.	Es el agente más ampliamente utilizado	alta reactividad	Desprende agua, requiere 3 moles de SO ₃ utilizable o más por mol alimentado.
Acido clorosulfónico.	ClSO ₃ H	Líquido	Para alcoholes, varnices	moderado	alta reactividad; - reacción - mol a mol	Genera HCL en la reacción.
Acido Sulfúrico (96-100%)	H ₂ SO ₄	Líquido	Utilizado para sulfonatos aromáticos	Significativo.	Baja	Generalmente reacciona al calor azeotrópico eliminando agua.

Tabla 3.1. AGENTES PARA SULFATACION

La mayor reactividad en los agentes también genera problemas de manejo, y aumenta por tanto, los costos y precauciones de almacenamiento y transporte, así como el manejo en planta, por ejemplo el $\text{CL SO}_3\text{H}$ requiere de un reactor vidriado para sulfatar al alcohol Laurico, el SO_3 requiere de equipo especial al ser un gas, así en orden decreciente en la facilidad de manejo:



Finalmente, un importantísimo factor lo constituye el costo del agente sulfatante como materia prima.

En la tabla 3.2 aparecen los costos de cada uno de los reactivos a precios de agosto de 1986.

Tabla 3.2.

REACTIVO	PRECIO (\$/kg)
H_2SO_4	82
Oleum	55
CLHSO_3	255.74
SO_3 (g)	161.96*

* Es el precio de SO_3 estabilizado, por 1 kg de alcohol Láurico.

De la tabla 3.2 se ve que el menor costo es para el Oleum, aún considerando que se utilice exceso de el mismo para completar la reacción de sulfatación.

Mediante la consideración de los 3 factores anteriores puede inferirse que el oleum es el más recomendable en cuanto a costo se refiere, además su manejo es menos complicado que el del ClHSO_3 y SO_3 , los cuales serían también recomendables en cuanto a reactividad.

La elección del Oleum involucra que en la reacción de neutralización se obtenga un alto contenido de sales; sin embargo - esto se resuelve satisfactoriamente utilizando el procedimiento para la neutralización del sulfato del alcohol Laurico y la separación de su sal de Sodio, patentado por Flavio Fabrizi en Italia.

El proceso de neutralización consiste en disolver en metanol absoluto la cantidad estequiométrica de NaOH necesaria, empleando el doble de la cantidad de metanol con respecto al alcohol Laurico utilizado. La adición de la solución así preparada, debe efectuarse en un recipiente de acero inoxidable, provisto de un agitador, y cuidando de mantener la temperatura en 25°C ., hasta que se tenga un pH levemente alcalino (7.5-8.0).

La masa obtenida se filtra mediante un filtro prensa.

Con objeto de analizar la rentabilidad de la ruta elegida, a continuación se analiza el análisis de Peters para el proceso con oleum al 20%.

El procedimiento permite obtener un valor proporcional atribuible a la cantidad de reactivos necesarios para efectuar la reacción total en relación al precio real en el mercado del producto final.

Para que el proceso se considere rentable deberá tener un valor menor de 0.35 para el factor de Peters.

$$\frac{\text{Precio de reactivo}}{\text{kg de reactivo}} * \frac{\text{kg mol. reactivo}}{\text{kg mol. producto}} * \frac{\text{kg reactivo/kg mol. reac.}}{\text{kg producto/kg mol. prod.}} = \frac{\text{Precio proporcional}}{\text{kg producto.}}$$

$$\text{Concepto de Peters} = \frac{\text{Costo reactivo/unidad de Producto}}{\text{Precio Producto/unidad de Producto}}$$

En la tabla 3.3. se presenta el desarrollo y los resultados del método. Los precios proporcionados por los fabricantes en agosto de 1986, e incluyen el costo del flete.

Tabla 3.3.

REACTIVO	\$ kg.	PM	$\frac{\text{Kmol react}}{\text{Kmol prod.}}$	$\frac{\text{Kg react}}{\text{Kg Prod.}}$	$\frac{\$}{\text{kg prod.}}$
Alcohol Laurico	1001	186.34	1	0.645	645.65
Oleum 20%	55	98	1.5	0.339	27.97
NaOH (lentejas)	373	40	1	0.138	51.47
Metanol	59	32	2	0.110	12.98
Lauril Sulfato de SO_2 dio.	2210	288.88			738.06
<u>Costo reactivo.</u> kg. Prod.	738.06				
Utilidad Bruta	1471.95				
Concepto de Peters	0.33				

Los resultados arrojan un valor de 0.33 para el concepto de Peters, lo cual indica que la ruta puede ser viable.

3.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

El proceso total puede verse como 3 etapas parciales y continuas:

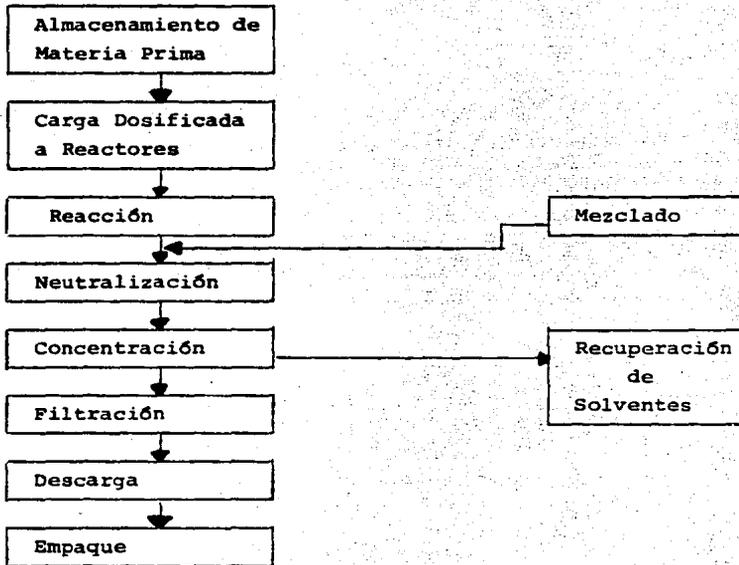
Etapa de Sulfatación,
Etapa de Neutralización
Etapa de Secado.

En la etapa de sulfatación se involucra desde el almacenamiento, tanto de Oleum como de alcohol Laurico, hasta la descarga del sulfato Laurico. El proceso debe ser intermitente pues se carga el alcohol Laurico al tanque de reacción y el Oleum se adiciona del dosificador en el tiempo conveniente para que la reacción se efectue por completo.

La neutralización comienza en la descarga del sulfatador, y abarca incluso la preparación de la solución sosa-metanol; en el tanque de neutralización se adiciona la solución de tal forma que la temperatura se controle en 25°C., y finalmente al tener un pH de 7.5 a 8 se descarga a la etapa final del secado.

El secado consiste, en una concentración previa de la masa -descargada del neutralizador, y un secado final en el filtro prensa; en este punto el proceso está listo para el empaque y almacenamiento.

A continuación se presenta el diagrama de bloques del proceso.



CAPITULO IV.

MATERIALES Y METODOS

Las materias primas necesarias para la obtención del producto final son: Alcohol Láurico, Oleum, NaOH y MeOH, a continuación se hace una descripción de cada una de ellas.

4.1 MATERIAS PRIMAS.

ALCOHOL LAURICO

Los dos más importantes sulfatos de alcohol se preparan a partir del alcohol oléico y de una mezcla de alcoholes alifáticos provenientes de la reducción de los ácidos grasos del aceite de coco; esta mezcla consiste en aproximadamente quince por ciento de alcoholes octílico y decílico, cuarenta por ciento de alcohol láurico, treinta por ciento de alcohol mirístico y quince por ciento de alcoholes cetílico, esteárico y oléico. Comercialmente la mezcla es conocida como alcohol de coco o alcohol láurico. El alcohol láurico usado para obtener el detergente mediante la sulfatación se obtiene por dos métodos generales. El primero consiste en la saponificación de ciertas ceras naturales como el espermaceti y la esperma, que consisten en ésteres de alcoholes superiores y en ácidos grasos. La saponificación se hace con un alcali cáustico o con cal para formar una mezcla de alcoholes y jabones; los alcoholes se separan por arrastre con vapor recalentado, por destilación al vacío o por algún otro proceso de extracción.

El segundo método, que tiene mayor importancia consiste en la reducción de los ácidos grasos directa o indirectamente; éstos pueden ser ácidos purificados aunque generalmente son mezclas obtenidas por saponificación de las grasas, seguida de separación parcial de los compuestos menos deseables. Algunas veces la mezcla de ácidos de una grasa es reducida sin separación posterior; esto se hace cuando la mezcla de alcoholes produce un sulfato de buenas propiedades como en el caso de los aceites de coco y de palma.

La hidrogenación catalítica es el método más usado en la obtención de alcoholes alifáticos; los ésteres superiores, los glicéridos y los mismos ácidos grasos se reducen por este método con resultados

muy satisfactorios; el cromito de cobre, cobre sobre kieselbuh, -- zinc-cobre y cromito de cobre - óxido de fierro son los catalizadores más usados.

Al alcohol láurico también se le identifica como: alcohol n-dodecílico, 1 - dodecanol o dodecil, su fórmula empírica es $C_{12}H_{26}O$, y su fórmula estructural $CH_3-(CH_2)_{10}-CH_2-OH$.

- Características Físico-Químicas:

Apariencia.- Líquido poco colorido a temperatura ambiente, cristalino o en escamas abajo de 20°C.

Peso molecular.- 186.34 g/mol.

Punto de fusión.- 26°C. (21 - 24°C.)

Punto de ebullición.- 259°C. a 760 mmHg. 150°C a 20 mmHg.

Punto de congelación.- 21°C.

Punto de inflamación.- 82°C.

Gravedad específica. (Sg).- 0.830 - 0.836 a 25°/25°C.

Índice de refracción.- 1.4400 - 1.4440 a 20°C.

Valor de acidez.- No más de 1.

Solubilidad.- 1:3 y más en 70% alcohol; 1:2 en 80% alcohol; insoluble en agua pero soluble en alcohol y éter.

- Características Organolépticas.- Olor característico de grasas, desagradable en altas concentraciones, pero agradable y floral si se encuentra diluido; graso, con sabor a cera.

- Usos reportados.- Además de usarse como materia prima para la obtención de detergentes se usa en:

Bebidas no alcohólicas -----	2.0 p.p.m.
Helados, malteadas, etc.-----	1.0 p.p.m.
Dulces, bombones -----	2.8 p.p.m.
Gomas de mascar -----	16.27 p.p.m.
Jarabes -----	7.0 p.p.m.

OLEUM.

También conocido comercialmente como ácido sulfúrico fumante, sus presentaciones comerciales más usuales son al 20, 30 y 65% de SO_3 . Ya ha sido descrito en el punto 3.1.1.2 y 3.2., sin embargo aquí mencionaremos algunos aspectos complementarios.

El Oleum es corrosivo en cualquier concentración de SO_3 . La inhalación de los vapores concentrados puede causar daños serios en los pulmones. El contacto con los ojos puede traer por consecuencia, la pérdida total de la vista; si se tiene contacto con la piel causa severas necrosis. La ingestión puede provocar daños severos e incluso la muerte. El frecuente contacto de la piel con soluciones diluidas causa dermatitis.

- Características Físico-Químicas.-

Apariencia.- Líquido viscoso, colorido o poco colorido, desprende vapor muy irritante de SO_3 .

Densidad.- Alrededor de 1.84 g /ml.

Punto de ebullición.- Alrededor de 290°C.

A 340°C. se descompone en SO_3 y agua.

Es consumido principalmente por la industria manufacturera de detergentes, para sulfataciones y sulfonaciones.

HIDROXIDO DE SODIO.

Se obtiene por reacción de hidróxido de sodio con carbonato de sodio; a partir de cloruro de sodio, por electrólisis de sodio metálico y vapor de agua a baja temperatura.

El hidróxido de sodio es uno de los productos químicos básicos que se elaboran en grandes tonelajes y que actúa como barómetro de la industria Química.

Atendiendo a su grado de pureza el hidróxido de sodio líquido puede clasificarse en dos tipos con aplicaciones específicas distintas: el hidróxido estándar y el hidróxido tipo rayón.

El primero se presenta en soluciones cuyo grado de concentración va del 19 al 50% según el uso al que se le destine.

Es materia prima básica en varias industrias como la jabonera y la de los detergentes; en los ingenios azucareros, la textil en el mercerizado de los hilos, la del papel para deslignización de la pulpa; en la industria petrolera, se emplea para endulzar en la refinación de aceites vegetales.

El hidróxido tipo rayón se emplea en la elaboración de viscosa en la fabricación de fibras artificiales, papel, jabón y celulosa, celofán y filamentos para cuerdas y llantas.

El hidróxido de sodio sólido en escamas se emplea especialmente en la industria metalúrgica y del acero como fundente, en la manufactura de detergentes; en la perforación de pozos.

La producción en México se efectúa por caustificación o sosa estándar.

Al hidróxido de sodio también se le conoce como sosa cáustica o hidrato de sodio. Su fórmula es: NaOH.

- Características Físico-Químicas.

Apariencia.- Sólido blanco. Absorbe rápidamente CO_2 y agua del aire.

Peso Molecular.- 40.01 g/mol.

Punto de Fusión.- 318 °C.

Densidad.- 1.222 g/mol. (solución al 20% peso en H_2O)

Punto de congelación.- 26°C. (Solución 20% peso en H₂O)

Punto de ebullición.- 1102C. (Solución 20% peso en H₂O)

Solubilidad.- 1 g se disuelve en 0.9 ml. de agua a 25°C.,
0.3 ml. de agua en su punto de ebullición,
7.2 ml. de alcohol absoluto, 4.2 ml. de metanol, también es soluble en glicerol.

Es corrosivo, si se ingiere provoca vómito, postración, colapso. La inhalación de polvo o mezclas concentradas puede causar daño al tracto respiratorio.

METANOL.

Originalmente se obtenía por la destilación seca de madera, actualmente se fabrica a partir de hidrógeno y monóxido de carbono o dióxido de carbono o también mediante la oxidación de hidrocarburos.

Principalmente se utiliza como solvente industrial. Es materia prima para la obtención de formaldehído y ésteres metílicos de ácidos orgánicos e inorgánicos. Anticongelante para radiadores de automóvil y frenos de aire; ingrediente de anticongelantes para gasolina diesel y aceite. Fomentador de octanaje en gasolina. Extractante de aceites animales y vegetales. Solvente en la manufactura de colesterol, esteptomicina, vitaminas, hormonas y otros farmacéuticos.

Al metanol también se le conoce como alcohol metílico, carbinol, alcohol de madera. Su fórmula es CH₃OH.

- Propiedades Físico-Químicas.

Apariencia.- Líquido flamable y tóxico con ligero olor alcohólico cuando está puro.

Peso molecular.- 32.04 g/mol.

Punto de fusión.- 97.8°C,

Punto de ebullición.- 64.7°C a 1 atm.

Punto de inflamación.- (12°C.) en copa cerrada.

Temperatura de ignición.- 470°C.

Límites explosivos.- 6.0 a 36.5 (%Vol. en aires)

Temperatura crítica.- 240°C.

Presión crítica.- 78.5 atm.

Calor específico a 20 - 25°C. - 0.595 a 0.605 Btu/mol°R.

Momento dipolo.- 1.69

Solubilidad.- Es misible con agua, etanol, éter, benceno, ketonas y muchos solventes orgánicos más.

El metanol es usualmente mejor solvente que el etanol, disuelve muchas sales inorgánicas, por ejemplo: NaI 43%, CaCl₂ 22%, CuSO₄ 13%, NHCl 3.2%, NaCl 1.4%.

4.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.

Incluyendo que el alcohol láurico comienza a obtenerse en México por Química Henkel, la totalidad de las materias primas son de fabricación nacional:

Materia Prima

Empresa Distribuidora

Alcohol Láurico

(Fabricante) Química Henkel, S.A.
de C.V.

(Distribuidor) Helm de México, S.A.
(Distribuidor) Polaquimia, S. A.

Oleum (20%)
Industrias Resistol, S.A.
Pigmentos y Productos Químicos, S.A.
de C.V.
Productora y Procesadora Química,
S.A.
Stauffer Chemicals.
Zinc Nacional, S.A.

Metanol Absoluto
Alcalis y Soluciones, S.A.
Holgs Química
J.T. Baker, S.A. de C.V.
Langsom Química, S.A. de C.V.
Petróleos Mexicanos.
PKV Química, S.A.
Productora Química Mexicana, S.A.
Productos Químicos de San Luis, S.A.
Productos Químicos Mardupol, S.A.
Productos Químicos Monterrey, S.A.
Química Delta, S.A.
Solventes y Productos Químicos

NaOH (sólido)
Alcalis y Soluciones, S.A.
Cloro de Tehuantepec, S.A. de C.V.
Holgs Química, S.A. de C.V.
Penwalt del Pacífico
Productos Químicos Monterrey, S.A.
Química Hoechst de México, S.A.
Sosa Texcoco, S.A.
V.S. Chemical, S.A.

Se mencionan sólo aquellas empresas que venden su producto a granel. Existe además una gran cantidad de empresas que se dedican a la distribución de los productos.

4.3 METODOS DE ANALISIS.

- Determinación de sales inorgánicas (Na_2SO_4):

Se pesa 0.5 g de muestra, se diluye a 50 ml con agua destilada y se afora a 100 ml con alcohol etílico. Se titula con solución valorada de cloruro de Bario, utilizando 0.25 g. de tetrahidroiquino como indicador hasta vire rojo - naranja.

Se usa solución de BaCl_2 0.01 N.

- Cálculos:

$$\% \text{NaSO}_4 = \frac{\text{ml BaCl}_2 * 0.01 \text{ N} * \text{meq} * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

- Determinación de Lauril Sulfato de Sodio.

Se pesan 5 g. de muestra, se disuelven en agua y se afora a 100 ml. Se toma una alicuota (40 ml) y se añade lo siguiente:

- 25 ml. de para-toluidina
- 10 ml. de alcohol etílico
- 25 ml. de tetracloruro de carbono

La mezcla se agita vigorosamente durante 2 minutos.

El compuesto formado con la toluidina es soluble en tetracloruro de carbono con el cual se extrae y se separa por diferencia de densidades.

Por separado se miden 50 ml. de alcohol etílico y se añade la capa inferior de la mezcla anterior, en seguida se agregan 25 ml. de tetracloruro de carbono y la solución resultante se titula con solución de hidróxido de sodio 0.1 Normal, hasta vire color violeta, utilizando púrpura de metacresol como indicador.

- Cálculos:

$$\% \text{ Alquil Sulfato} = \frac{\text{ml. NaOH} \cdot N \cdot \text{meq.} \cdot \text{aforo} \cdot 100}{\text{Parte alicuota} \cdot \text{peso de la muestra}}$$

- Determinación de alcohol láurico libre:

Se pesan 20 g. de muestra se disuelven en alcohol láurico hasta que el volumen sea de 80 ml; pasar a un cilindro de extracción. Añadir solución de hidróxido de potasio hasta alcanzar la solución. Lavar con agua caliente hasta un volumen de 150 ml. y posteriormente enfriar.

Extraer con éter de petróleo varias veces usando volúmenes de 50 ml. Agitar cada extracción durante medio minuto y permitir la separación. Agregar unos cristales de bisulfato de sodio que eliminen dificultades de emulsión. Extraer el éter en un separador, añadir 30 ml. de agua, agitando para mezclar las dos fases; sacar la porción del éter de petróleo a un matraz Soxhlet tarado, y reducir el volumen mediante evaporación. Añadir el éter restante y continuar la evaporación hasta que no exista olor de éter de petróleo.

El matraz Soxhlet debe removerse cuando el éter se haya evaporado, esto se advierte por formación de una aureola blanca en el cuello del matraz.

Enfriar en un desecador y pesar.

Cálculos:

$$A = \frac{B}{C} * 100$$

Dónde:

A= % de alcoholes libres en la muestra, extraídos con éter.

B= g de residuo

C= g de muestra usada.

- % de sólidos y humedad

Se realiza por gravimetría, pesando muy bien una muestra de pro
ducto de 2 gr.

Cálculos:

$$\% \text{ sólidos} = \frac{\text{Peso final muestra} * 100}{\text{Peso inicial muestra}}$$

Humedad % = 100 - % sólidos.

CAPITULO V.

PARTE EXPERIMENTAL

5.1 EXPERIMENTACION.

Sulfatación de alcohol láurico con oleum al 20% de concentración de SO_3 .

Para la realización de las sulfataciones en el laboratorio se empleó alcohol láurico comercial de Química Henkel, el cual es del tipo europeo; este tipo de alcohol es de origen natural y tiene un contenido de 65 al 70 por ciento de alcohol laurico, el oleum empleado tiene un contenido especificado de 20 a 23% de SO_3 , el NaOH se utiliza en grado técnico en lentejas y el metanol con el cual se prepara la solución es absoluto grado técnico.

Las reacciones experimentales se efectúan de la siguiente manera:

Se utiliza un matríz redondo de tres bocas, en el cual se coloca el alcohol láurico a sulfatar, es importante que el alcohol se encuentre completamente líquido para que la agitación se realice correctamente.

Por una de las bocas se introduce un termómetro de -10 a 200°C, el cual se mantiene siempre en el seno de la reacción, aún antes de comenzar la adición del oleum.

En otra de las bocas se coloca un embudo de separación de 50 ml. en el que se contiene el oleum, es de vital importancia que el oleum se adicione lentamente para evitar polisulfataciones o que se quemem algunos de los alcoholes presentes. Finalmente por la boca central entra un agitador mecánico de velocidad variable, a la agitación se mantiene en 25 R.P.M., lo que permite un mezclado adecuado sin formación de espuma.

La agitación se hace constante desde el inicio de la adición y se prolonga durante varios minutos después de finalizar está, el tiempo extra de agitación es muy importante, pues permite que la reacción se efectúe completamente. Enseguida de la agitación ex--

tra debe mantenerse la temperatura en 25°C.

El paso final de la reacción es la neutralización del alcohol sulfatado, para esto, la solución NaOH-metanol previamente preparada se adiciona lentamente manteniendo constante tanto la temperatura como la velocidad del agitador, se mide constantemente el pH de la solución reaccionante, hasta tener un valor de 7.5 a 8.0.

La figura 5.1 muestra un esquema del sistema experimental empleado.

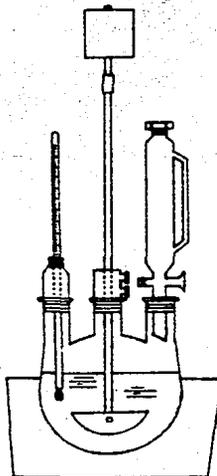


FIGURA 5.1

Una vez que se neutraliza el producto, se filtra al vacío y al filtrado se le elimina el agua por calentamiento en baño de vapor y secado del producto final en estufa a 60°C. Finalmente se realizan los métodos señalados en el capítulo anterior.

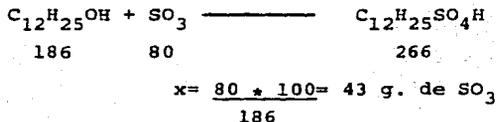
Cálculo de la cantidad de agente sulfatante necesaria con relación al alcohol láurico usado:

Concentración de ácido sulfúrico en oleum al 20% de SO₃:

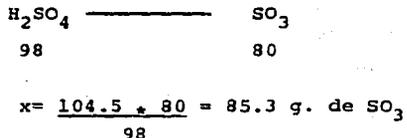
$$\%OLEUM = (H_2SO_4 - 100) * (80/18)$$

$$\%H_2SO_4 = 104.5\%$$

Cantidad de SO₃ necesaria para sulfatar 100 g. de alcohol láurico:



Cantidad de SO₃ en 100 g. de oleum. Como se ve anteriormente 100 g. de oleum equivalen a 104.5 g. de ácido sulfúrico, por lo tanto:



Cantidad de oleum necesaria para sulfatar 100 g. de alcohol láurico:

$$x = \frac{43 * 100}{85.3} = 50.4 \text{ g. de oleum}$$

En la tabla 5.1 se enlistan las condiciones de las sulfataciones experimentales

PRUEBA N°	1	2	3	4	5	6	7	8
MOLES DE OLEUM POR MOL DE ALCOHOL	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5
TEMPERATURA INICIAL °C.	23	23	23	23	23	23	23	23
TEMPERATURA DE OPERACION. °C.	26	26	28	28	26	26	28	28
TIEMPO DE ADICION DEL OLEUM. min.	40	35	40	35	40	40	35	35
TIEMPO EXTRA DE AGITACION. min.	7	10	7	10	7	10	10	7
TEMPERATURA EN EL TIEMPO EXTRA. °C.	25	25	28	28	28	25	28	25
TEMPERATURA DE NEUTRALIZACION. °C.	25	25	25	25	25	25	25	25

TABLA 5.1

5.2 RESULTADOS.

Siguiendo los métodos de análisis citados en el capítulo anterior se obtienen los resultados de la tabla 5.2.

A continuación se ilustran los cálculos para la prueba n° 1; de manera análoga se efectúan para los pruebas restantes.

Análisis del producto:

Prueba N° 1.

% de sólidos:

Peso de la muestra ----- 2.00 g.
Peso de la muestra seca ----- 1.74 g.

$$x = \frac{1.74 * 100}{2.00} = 87\% \text{ de sólidos}$$

% de sales inorgánicas:

Peso de la muestra ----- 0.50 g.
ml. de BaCl₂ gastados ----- 27.7 ml.
Normalidad de BaCl₂ ----- 0.01
Factor o meq. ----- 0.071

$$\% \text{ Na}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{ml. BaCl}_2 * \text{N} * \text{meq.} * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{ Na}_2\text{SO}_4 = \frac{27.7 * 0.01 * 0.071 * 100}{0.50} = 3.89\%$$

% de sulfato de alcohol láurico:

Peso de la muestra ----- 4.98 g.
ml. NaOH gastados ----- 32.04 ml.
Normalidad de NaOH ----- 0.1
Afóro ----- 100 ml.

Parte alícuota ----- 25 ml.

Factor ----- 0.3

$$\% \text{ Alquil sulfato} = \frac{\text{ml. NaOH} \cdot N \cdot F \cdot \text{afóro} \cdot 100}{\text{Parte alícuota} \cdot \text{peso de la muestra}}$$

$$\% \text{ Alquil sulfato} = \frac{32.04 \cdot 0.1 \cdot 0.3 \cdot 100 \cdot 100}{25 \cdot 4.98} = 77.21\%$$

$\%$ Alcohol Láurico no reaccionado:

Peso de la muestra ----- 20.0 g.

Peso del residuo ----- 1.18 g.

$$\% \text{ No reaccionado} = \frac{\text{g. residuo} \cdot 100}{\text{g. de muestra}}$$

$$\% \text{ No reaccionado} = \frac{1.18 \cdot 100}{20.0} = 5.9\%$$

$\%$ de conversión:

$$\begin{aligned} \% \text{ Alcohol Láurico} \\ \text{reaccionado} &= \frac{\text{P.M. alcohol láurico} \cdot \text{sulfato A.L.}}{\text{P.M. Sulfato de A.L.}} \\ &= \frac{186 \cdot 77.21}{266} = 53.98\% \end{aligned}$$

$$53.98\% + 5.9\% = 59.88$$

$$\text{Conversión} = \frac{53.98 \cdot 100}{59.98} = 90.14\%$$

PRUEBA N°	1	2	3	4	5	6	7	8
% SOLIDOS	87.0	89.5	82.4	84.6	83.3	93.1	92.0	91.4
HUMEDAD	13.0	10.5	17.6	15.4	16.7	6.9	8.0	8.6
% SALES INORGANICAS	3.89	4.01	2.16	4.22	3.74	1.73	4.39	3.95
% LAURIL SULFATO DE SODIO	77.21	80.29	76.84	77.18	75.56	90.27	85.21	85.35
% ALCOHOL LAURICO NO REACCIONADO	5.9	5.2	3.4	3.2	4.0	1.1	2.4	2.1
CONVERSION %	90.14	91.52	94.05	94.40	92.96	98.28	96.12	96.59

TABLA 5.2.

5.3 ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL COMPUESTO.

En este apartado se hace una comparación del mejor producto - obtenido en el laboratorio con un producto similar existente en el mercado con el nombre comercial de Duponol.

El producto en comparación tiene un material activo de 90.00% en contraposición con el producto obtenido experimentalmente en la prueba N° 6 cuyo material activo es el 90.27%.

Considerando estos porcentajes se hicieron las pruebas comparativas entre ambos compuestos, de detergencia, humectación, emulsificación y espumación.

5.3.1. DETERGENCIA.

La detergencia significa limpiado de un objeto en un baño líquido por la presencia en dicho baño de un agente tensoactivo (detergente).

Tanto en la industria como en el hogar se ha comprobado que los detergentes son muy eficaces en todo tipo de agua, a diferencia de los jabones que requieren generalmente de agua blanda para actuar correctamente, lo cual representa una gran ventaja en el uso de los detergentes.

Los factores más importantes que influyen en la detergencia son: la naturaleza del detergente, la tensión superficial y el grado de acción mecánica. La detergencia consiste básicamente en el desplazamiento de sustancias grasas, aceites o partículas dispersas en ellos; en su etapa inicial estas partículas son removidas por la solución detergente, lo cual constituye el proceso de humectación, para después formar globulos que al separarse son dispersados en la solución acuosa formando una emulsión.

Para esta prueba se siguen los siguientes pasos:

- 1.- Se preparan soluciones a concentraciones: 2,4,5,6,8 y 10 g/l. del producto N° 6 y del producto comparativo.
- 2.- Se colocan 100 ml. de solución de ambos compuestos en vasos de igual tamaño y se ponen en baño maría durante 10 minutos,
- 3.- Se cortan trozos de 9 cm². de tela de algodón tratada por un procedimiento especial mediante el cual se impregna de suciedad uniformemente en una de sus superficies; agregan^{do}los simultaneamente en ambas soluciones.
- 4.- Las telas permanecen en los vasos al baño maría durante - 30 minutos, agitandose cada 3 minutos.
- 5.- Al cabo de los 30 minutos se sacan simultaneamente las telas de las soluciones y se enjuagan con agua fría corriente.
- 6.- Se sacan y colocan sobre una servilleta, y finalmente se compara el efecto limpiador.

Observaciones:

Mediante observacion visual se aprecia una mayor limpieza en las telas sumergidas en las soluciones del producto N° 6 que en el producto comparativo, obteniendose el óptimo a la concentración de 5 g/l.

5.3.2. HUMECTACION.

El factor más importante para una buena humectación es la reducción de la tensión superficial, lo que está intimamente relacionado con el ángulo de contacto de la solución.

Para efectos comparativos, en esta prueba se efectuaron los siguientes pasos:

- 1.- Se preparan soluciones a concentraciones de 2 y 5 g/l. de ambos productos.
- 2.- Se colocan 100 ml. de ambas soluciones en probetas de igual capacidad.
- 3.- Se cortan trozos de hilo de algodón especial para estas pruebas de 2.5 cm. de longitud, mediante los cuales se advierte el poder humectante de la solución midiendo el tiempo que tardan en lograr una humectación completa.
- 4.- Se agregan los trozos de hilo a las soluciones y se mide el tiempo transcurrido hasta que estos tocaron el fondo de las probetas.
- 5.- Las pruebas se repiten a diferentes temperaturas.

El seguimiento de los pasos anteriores arroja los resultados de la tabla 5.3.

CONCENTRACION = 2 g/l.		
TEMPERATURA °C.	PRODUCTO N° 6	DUPONOL
40	51.5 seg.	98.0 seg.
50	37.0 seg.	75.5 seg.
60	120.0 seg.	208.0 seg.
CONCENTRACION = 5 g/l.		
20	30.0 seg.	19.5 seg.
30	15.5 seg.	13.0 seg.
40	11.5 seg.	10.0 seg.
50	8.5 seg.	8.5 seg.
60	9.0 seg.	10.0 seg.
70	11.5 seg.	13.0 seg.
80	68.0 seg.	84.0 seg.

TABLA 5.3.

5.3.3. EMULSIFICACION.

En el término emulsión se ve involucrado un vasto número de productos, tanto en usos industriales como caseros, tales como - la leche y algunas comidas preparadas; emulsión como tal en la - industria farmacéutica; en la industria textil las emulsiones -- sirven como aceites de tejido, lubricantes, humectantes, etc.

Existen ciertas substancias como aceites, ceras y grasas di-
fícilmente solubles en agua; sin embargo, pueden prepararse mez-
clas estables de estos materiales en agua, por la incorporación
de un agente emulsificador, el cual mantiene un líquido disperso
en el otro; esta mezcla íntima se denomina emulsión.

Existen dos clases de emulsiones: aquellas que constan de -
un medio líquido que es el agua, en el cual existen diminutas go-
tas de un segundo líquido suspendido, como el aceite; y aquellos
en que el agua está suspendida o dispersa en el aceite.

Por tanto se requieren al menos tres ingredientes para for-
mar una emulsión: el material insoluble a ser emulsificado, y el
agua con el agente emulsificante.

Durante el tiempo de preparación, la emulsión debe poseer -
una cierta estabilidad mínima, no habiendo separación entre las
fases; al romperse la emulsión existe una separación completa en
tre las fases formándose dos capas bien definidas, una de aceite
y otra de agua.

La estabilidad de la emulsión es favorecida principalmente
por la baja tensión superficial, alta viscosidad y tamaño redu-
cido de las partículas, que se deben a la presencia del agente
emulsificante y/o a las condiciones de formulación y manufactura.

Para estas pruebas se efectuan los siguientes pasos:

- 1.- Se preparan soluciones en agua, del producto N° 6 y del producto comparativo.
- 2.- Se realizan pruebas alternativas con aceites vegetales, minerales y animales elegidos al azar, agregándose el reactivo a las soluciones anteriores.
- 3.- Las mezclas se agitan a velocidad constante, durante 5 minutos.
- 4.- Se colocan las emulsiones formadas en probetas graduadas.
- 5.- Se toma el tiempo transcurrido desde la formación de la emulsión, hasta la separación de las fases.

Las emulsiones preparadas son las siguientes:

1° 50% de emulsificante

Cantidades para cada uno de los productos:

12.5 g. de aceite de manitas # 15

7.0 g. de producto.

80.5 g. de agua.

*Resultados con el producto N° 6:

Después de 7 minutos de formada la emulsión comienza la separación de agua. Cada 3 minutos se separa 1 ml. de agua.

*Resultado con el producto comparativo:

Después de 8 minutos de formada la emulsión se inicia la separación de agua. Cada 4 se separa 1 ml. de agua.

2° 75% de emulsificante.

Cantidades para cada uno de los productos:

16.0 g. de aceite de soya

13.5 g. de producto

70.5 g. de agua.

*Resultados con el producto N° 6

Después de 28 minutos de la formación de la emulsión comienza la separación de agua. Cada 6 minutos se se para 1 ml. de agua.

*Resultados con el producto comparativo:

Después de 30 minutos de formada la emulsión, comienza la separación de agua. Cada 8 minutos se separa - 1 ml. de agua.

3° 100% de emulsificante.

Cantidades para cada uno de los productos:

10.0 g. de aceite Tecnol 90.

11.0 g. de producto

79.0 g. de agua.

*Resultados con el producto N° 6

Después de 39 minutos de formada la emulsión, comienza la separación de agua. Cada 9 minutos se separa 1 ml. de agua.

*Resultados con el producto comparativo:

Después de 40 minutos comienza la separación de agua. Cada 10 minutos se separa 1 ml. de agua.

4° 100% de emulsificante.

Cantidades para cada uno de los productos:

8.0 g. de Aceite de Ballena
9.0 g. de Producto
83.0 g. de Agua.

*Resultados con el producto N° 6

Después de 65 minutos de formada la emulsión, comienza la separación de agua. Cada 16 minutos se separa un ml. de agua.

*Resultados con el producto comparativo:

Después de 75 minutos de formada la emulsión comienza la separación de agua. Cada 23 minutos se separa un ml. de agua.

5° 125% de emulsificante.

Cantidades para cada uno de los reactivos

6.0 g. de aceite de bacalao rojo
8.5 g. de producto
85.5 g. de agua.

*Resultados con el producto N° 6

Después de 50 minutos de formada la emulsión comienza la separación de agua. Cada 12 minutos se separa un ml. de agua.

Observaciones:

No se obtuvieron emulsiones menores del 50% de concentración del emulsionante con respecto al aceite en ninguno de los dos productos, apreciándose que el producto comparativo Duponol es ligeramente mejor emulsificante que el producto obtenido N° 6.

5.3.4. ESPUMACION.

EL fenómeno de la espumación es similar al de emulsificación, con la diferencia de que un gas es el que está disperso en el medio líquido.

La espuma es una estructura estable, formada por celdas de -- aire cuyas paredes son partículas finas líquidas. La formación de espuma va acompañada por la extensión de la interfase líquido aire, y es estabilizada por sustancias que abaten la tensión superficial en dicha interfase.

Existen otros factores que dan mayor o menor estabilidad a la espuma y que debido a los efectos capilares producen una disminución en el grosor de las películas que encierran la fase grasosa, originando su ruptura.

Otro factor en la ruptura de la espuma es la humedad del ambiente que para el caso de soluciones acuosas actúa condensando o evaporando, o sea engrosando o adelgazando las películas líquidas.

La tensión superficial es la fuerza principal que tiende a - destruir las películas líquidas y por lo tanto, las soluciones de baja tensión superficial serán las de mejor espumación.

Para esta prueba se siguen los pasos:

- 1.- Se preparan soluciones de concentraciones de 2 g/l. y 5 g/l., del producto N° 6 y del producto comparativo.
- 2.- Se colocan 100 ml. de ambas soluciones en probetas graduadas de igual tamaño.
- 3.- Se tapan las probetas y se agitan mecánicamente durante un minuto.

4.- Se mide la cantidad de espuma producida en ambas probetas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Concentración = 2 g/l.

Producto N° 6

100 ml. de solución

300 ml. de espuma.

Producto comparativo

100 ml. de solución

150 ml. de espuma.

b) Concentración - 5 g/l.

Producto N° 6

100 ml. de solución

600 ml. de espuma.

Producto comparativo

100 ml. de solución

450 ml. de espuma.

Observaciones:

La espuma formada en la prueba con el producto obtenido es muy estable y densa (pocas burbujas de aire).

La espuma formada con el producto comparativo es poco densa (mucho aire) y desaparece más rápidamente.

CAPITULO VI

ANALISIS DEL MERCADO.

En la formulación de un proyecto industrial, el estudio del mercado consiste básicamente en estimar la cantidad de producto - que es posible vender, las especificaciones que este debe exhibir y el precio que los consumidores potenciales están dispuestos a pagar.

La proyección de la demanda probable del producto resulta - fundamental para el proyecto y es uno de los primeros factores asociados a la viabilidad del mismo que se debe analizar.

Los resultados del estudio del mercado permiten fijar con - cierto grado de aproximación la capacidad máxima que puede tener la planta, las necesidades de ampliaciones futuras, y además constituyen un factor que frecuentemente influye de manera importante en la localización de las instalaciones industriales correspondientes.

Los resultados del estudio de mercado deben ser el producto - de proyecciones realistas de datos confiables, de tal forma que hagan posible:

1. Que desde este punto de vista, los futuros inversionistas estén dispuestos a apoyar el proyecto, con base en la existencia de un mercado potencial que hará factible la venta de la producción de la planta planeada y obtener así un caudal de ingresos que permita recuperar la inversión.
2. Que pueda seleccionarse el proceso y las condiciones de operación, establecer la capacidad de la planta industrial y diseñar o adquirir los equipos más apropiados para el caso, todo ello en base a los pronósticos de ventas y en las especificaciones del producto.
3. Que se cuente con los datos necesarios para efectuar estimaciones económicas, asociadas a su viabilidad, tales como - el nivel de aprovechamiento de la planta, la capacidad a la

que operará inicialmente, los ingresos previsibles, las utilidades probables etc.

Es importante resaltar la influencia que tiene el estudio del mercado en el desarrollo del proyecto. Una cuantificación errónea del volumen de ventas o del precio del producto conduciría a una estimación no adecuada de la capacidad de la planta y a una proyección de los ingresos y egresos alejada de la realidad, lo que podría originar el fracaso económico de la empresa.

En el caso del presente trabajo la finalidad del estudio de mercado es ubicar en un contexto real los potenciales proveedores y el precio del producto al cual debe superarse a fin de tener un proceso que verdaderamente resulte más rentable que adquirir el Lauril Sulfato de Sodio de los fabricantes establecidos.

6.1 DEMANDA

Demanda es la Necesidad de adquirir un bien o un servicio, unida a las posibilidades de adquirirlo. Es la cuantificación de una necesidad real o psicológica de una población de compradores, con poder adquisitivo suficiente para adquirir un determinado producto que satisfaga dicha necesidad.

La necesidad que plantea el I.M.S.S. es la de producir para autoconsumo un elemento indispensable en el proceso de lavado, que además abata o disminuya el problema de la contaminación, y que resulte de un costo menor que comprarlo a otro fabricante.

Para el estudio de la demanda debe considerarse que el Lauril Sulfato de Sodio es un producto clasificado dentro de los bienes intermedios o de demanda dependiente, es decir, es un producto que no llega directamente al consumidor final; de tal manera que los consumidores son: la industria textil, cosmética y de los detergentes principalmente.

El producto del presente estudio es elaborado y autoconsumido por varias de las empresas fabricantes por lo cual no se tienen datos verídicos en cuanto al producto directamente.

Es más representativo considerar los datos de importación del alcohol Laurico, el cual practicamente en su totalidad es utilizado para producir la sal de sodio de su sulfato; en el capítulo IV se enlistan los usos del alcohol Laurico, y puede observarse que sus aplicaciones son muy pocas y en porcentajes sumamente bajos, lo cual involucra volúmenes practicamente despreciables con respecto a el total importado.

El alcohol Laurico se importa de Alemania y E.E.U.U.

La tabla 6.1 contiene el volumen de importación de alcohol Laurico de 1973 a 1986.

TABLA 6.1
Volumen de Importacion de
Alcohol Laurico.

AÑO	TONELADAS
1973	616.295
1974	709.400
1975	399.021
1976	2,233.042
1977	2,041.337
1978	2,847.657
1979	1,732.038
1980	1,845.132
1981	2,166.455
1982	3,205.730
1983	3,002.000
1984	3,307.400
1985	3,104.000
1986*	776.000

* Hasta abril de 1986.

A fin de proyectar la posible demanda futura, se efectuaron las regresiones lineal, exponencial y logarítmica, resultando para la regresión lineal el mayor coeficiente de correlación (0.792), siendo este método el que mejor se ajusta a los datos.

Mediante la proyección (Regresión lineal), como se muestra en la gráfica 6.1 se llegó a la posible demanda futura del producto en cuestión, (tabla 6.2), análogamente la tabla muestra el grado de avance del proyecto.

La proyección mediante regresión lineal constituye un primer índice para establecer la posible demanda futura, sin embargo en las condiciones actuales del país puede conducir a consideraciones erróneas.

No obstante que la proyección no es en rigor totalmente confiable, si muestra una tendencia al aumento, lo cual en un momento dado puede considerarse para entrar al mercado, si el proceso lo permite, y generar recursos económicos extras.

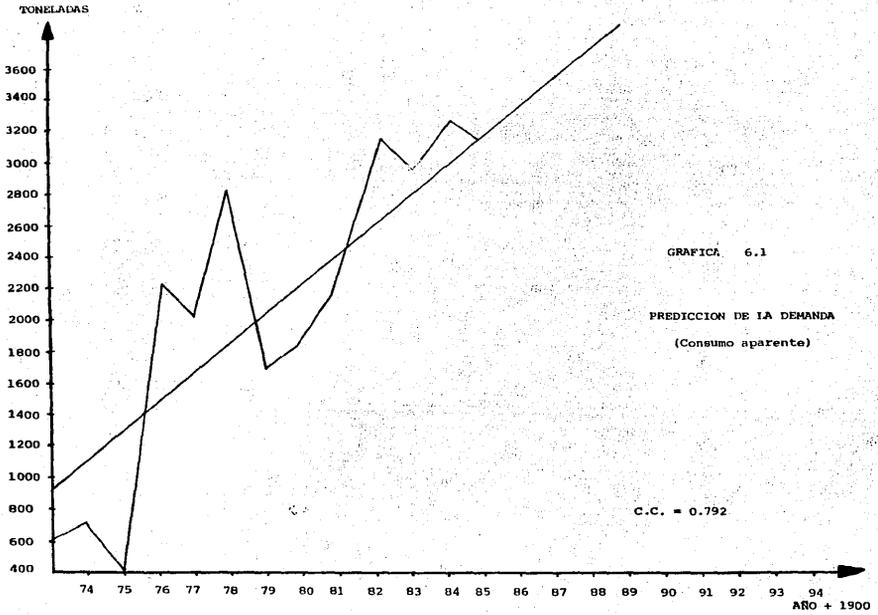


TABLA 6.2

AÑO	TONELADAS	ETAPA Y OPERACION DEL PROYECTO.
1986	3310.427	Estudio Técnico-Económico.
1987	3495.135	Construcción de la Planta.
1988	3679.843	Construcción de la Planta.
1989	3864.552	Arranque y operación al 80%
1990	4049.260	Operación al 90%.
1991	4233.969	Operación al 100%.
1992	4418.677	Posible ampliación a 2 ó 3 turnos.
1993	4603.385	X X X X X X X X X X X X
1994	4788.094	X X X X X X X X X X X X
1995	4972.802	X X X X X X X X X X X X

6.2 OFERTA

Oferta es la cantidad de un producto que los fabricantes del mismo están dispuestos a llevar al mercado de acuerdo con los precios vigentes, la capacidad de su instalación y la estructura económica de su producción.

Al considerar la oferta existente se tiene una mejor ubicación de las empresas fabricantes, aunque en principio la única utilidad que esto acarrea es el conocer cuanto se fabrica en México y su disponibilidad. Al hacer la proyección para la oferta futura se tendrá un índice de qué tan atractivo resulta el mercado, a fin de contemplar la posibilidad de participación en el mismo.

La tabla 6.3 contiene la cantidad de Lauril Sulfato de Sodio producida en México de 1975 a junio de 1986.

TABLA 6.3

Producción de Lauril Sulfato de Sodio

AÑO	TONELADAS
1975	618.637
1976	3462.080
1977	3736.434
1978	4414.972
1979	2685.330
1980	2860.465
1981	3358.139
1982	5429.457
1983	4654.263
1984	5741.705
1985	5272.868
1986 *	2406.201

*Hasta junio de 1986.

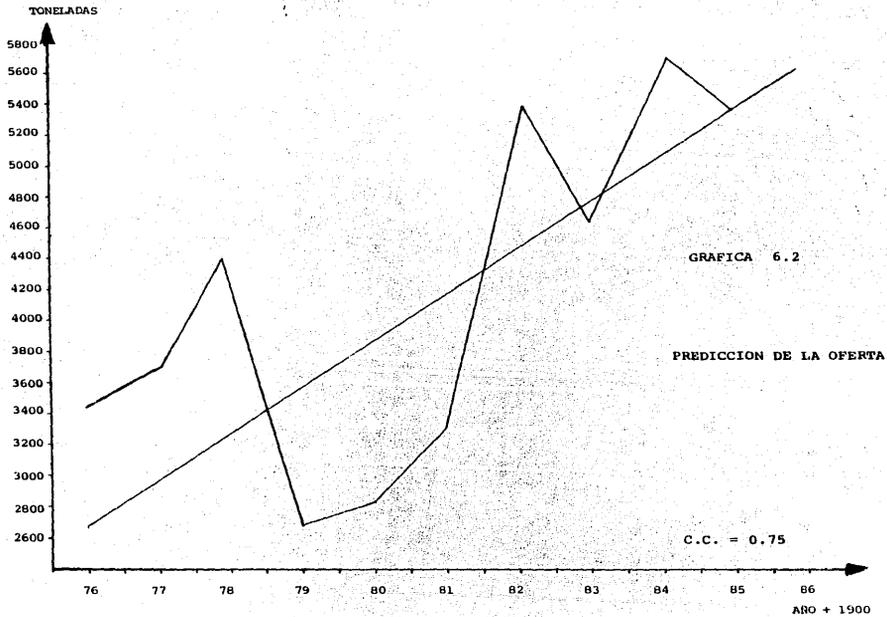
Mediante una regresión lineal (gráfica 6.2) se llegó a la posible oferta futura tentativa.

La tabla 6.4 muestra los probables volúmenes de Lauril sulfato de Sodio ofertados a futuro.

TABLA 6.4

Volumen de Oferta de Lauril Sulfato de Sodio.

ANO	TONELADAS
1986	
1987	5884.015
1988	6186.085
1989	6488.154
1990	6790.224
1991	7092.293
1992	7394.363
1993	7696.433
1994	7998.502
1995	8300.572



Las empresas que fabrican Lauril Sulfato de Sodio son:

- CANAMEX, S.A. de C.V.
- HENKEL MEXICANA, S.A. de C.V.
- INDUSTRIAL PETROLITE, S.A.
- NALCOMEX, S.A. de C.V.
- QUIMICA HENKEL, S.A. de C.V.

Además lo distribuye:

- ACTUAL QUIMICA, S. A.
- POLAQUIMIA, S.A.

6.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE MATERIAS PRIMAS.

Considerando solo las empresas que venden su producto a granel, se tiene disponibilidad total en el país de las materias primas necesarias.

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>EMPRESA</u>	<u>DIRECCION</u>
ALCOHOL LAURICO	QUIMICA HENKEL, S.A. de C.V.	Km. 205. carr. México-Laredo 55090 Ecatepec de Morelos, Edo. de México, Tel.: 787-18-99.
	HELM DE MEXICO, S. A.	Protón n° 2 Naucalpan Edo. de México Tel. 576-55-33.
	POLAQUIMIA, S.A.	Tenochtitlán n° 10 Ecatepec de Morelos 55310 Edo. de Méx. tel. 569-02-88.
OLEUM.	INDUSTRIAS RESIS TOL, S.A.	Bosque de los Ciruelos 99 Fracc. de las Lomas 11700 México D. F. Tel.596-35-88
	PIGMENTOS Y PRODUCTOS QUIMICOS, S.A. de C.V.	Km. 140 Carr. Tampico Ciudad Monte, Laguna de la -- puerta, Altamira, Tamps. Tel.: 32301.
	PRODUCTORA Y PROCESADORA QUIMICA, S. A.	Recursos Petroleros n° 82 Apdo. Postal n° 686 Parque Industrial. La Loma Tlalnelantla, Edo. de México - 54070 México Tel.3978188

STAULFFER CHEMICALS	Bosque de Duraznos n° 69-1107 Fracc. Bosques de las Lomas 11700 México, D. F. Tel. 596-01-81
ZINC NACIONAL, S.A.	Hidalgo N° 674 Poniente - Apdo. Postal 985 - 6400 Monterrey, N.L. tel.: - 42-68-61.
METANOL ABSOLUTO	ALCALIS Y SOLUCIONES, S. A. Monte Albán n° 128 Col. - Narvarte Delg. B. Juárez. 03020 México, D. F. - Tel.: 519-26-70
HOLGS QUIMICA	Avenida Chapultepec 473, Col. Juaréz Delg. Cuau-temoc, 06600 México, D.F. Tel.: 511-39-90
J.T. BAKER, S.A. de C. V.	Plomo n° 2 Fracc. Esfuer- zo Nacional Xalostoc, Edo. de México. Tel. 569-11-00
LANGSON QUIMICA, S.A. de C. V.	Mexicas n° 32-2 Sta. Cruz Acatlán Naucalpan 53150 México. Tel. 373-74-95
PETROLEOS MEXICANOS	Marina Nacional 329 México D. F. Tel. 254-20-44. (Plan- ta de San Martín) Texmelu- can, Puebla)
PKV QUIMICA, S.A.	Buld. Adolfo López Mateos n° 2802 Tizapan Villa Alva- ro O. Méx. D.F. Tel. 548- 65-39.

PRODUCTORA QUIMICA MEXICANA, S. A.	Av. Hidalgo N° 17 Xocoyahulco, México. Puente de Vigas, Edo. de México. Tel. 562-92-33.	
PRODUCTOS QUIMICOS DE SAN LUIS, S.A.	Santos Degollado N° 998, 78270 San Luis Potosí, S.L.P. Tel.: 48137429.	
PRODUCTOS QUIMICOS MARDUPOL, S.A.	Talismán N° 468 Col. Inguarán Aragón 07820, México, D. F. - Tel.: conmutador 7600633.	
PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY, S.A.	Mirador N° 201, Col. Mirador Monterrey, N.L. 64070 México. Tel. 435716.	
QUIMICA DELTA, S. A.	San Lorenzo N° 59 Ara 2 Izta palapa 090830, México, D. F. Tel.: 686-30-22	
SOLVENTES Y PRODUCTOS QUIMICOS	Calz. de la Laguna N° 4. Sta. Clara, Edo. de México, Tel.: 569-58-44.	
NaOH (ente jas)	ALCALIS Y SOLUCIONES	Mencionada anteriormente.
COLOR DE TEHUANTEPEC, S.A.de C.V.	Complejo Industrial Pajaritos Veracruz, Tel. 26829.	
HOLGS QUIMICA, S.A. de C.V.	Mencionada Anteriormente	
PENWALT DEL PACIFICO, S. A.	Km. 22 Carr. Guadalajara- El Salto Jalisco. Tel. 356334.	
PRODUCTOS QUIMICOS MONTERREY, S.A.	Mencionado Anteriormente.	

QUIMICA HOECHST DE MEXICO, S.A.

Tecoyotitla N° 412 Villa
Alvaro Obregón 01000 México
co, D. F. 531. 548-66-00

SOSA TEXCOCO, S. A.

Km. 23½ Carr. México-Laredo
do, Municipio de Ecatepec
Morelos Edo. de México.
55050. Tel. 787-40-99.

V.S. CHEMICAL, S.A.

Av. 31 Poniente N° 107. 72
420, Puebla, Pue. Tel. --
430441

Es notorio que existe una gran concentración de empresas productoras de materias primas en el Estado de México y el Distrito Federal.

6.4 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA

Se conoce como tamaño de una planta industrial la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso, valor o número de unidades de producto elaboradas por año, ciclo de operación, mes, día, turno, hora, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene sino en función del volumen de materia prima que entra al proceso.

El tamaño de una planta en algunas ocasiones se refiere a periodos menores de un año, debido a la disponibilidad limitada de una materia prima que no es factible o económico almacenar.

Las plantas industriales generalmente no operan a su capacidad normal o instalada, debido a factores ajenos al diseño de la misma, tales como limitada disponibilidad de materia prima, fluctuaciones en la demanda del producto, etc. Al ritmo de producción que efectivamente es posible operar la planta se le conoce como capacidad real de operación. Al cociente que resulta de dividir la capacidad real entre la instalada se le denomina nivel de aprovechamiento de la capacidad de la planta.

En plantas industriales que cuentan con equipos de diferentes capacidades, la capacidad de la planta se da en función del equipo de menor capacidad.

En plantas que pueden manufacturar productos con diversos niveles de elaboración, la capacidad de operación dependerá del grado de transformación que se dé a la materia prima.

En aquellas industrias que elaboran diversos lotes de productos de diferentes características, el tamaño de la planta se suele especificar con respecto a la producción de un lote tipo.

En las plantas que producen bienes de capital de naturaleza heterogénea no es adecuado expresar su capacidad instalada en -- cantidad de productos por unidad de tiempo debido a la no homogeneidad de los productos por lo que esa capacidad se expresa en términos del valor de los productos manufacturados por unidad de tiempo.

En la actualidad el I.M.S.S. centraliza la adquisición del detergente, por lo cual se tienen los datos totales de consumo del mismo.

La tabla 6.5 contiene los volúmenes totales de Detergente consumidos de 1976 a agosto de 1986, así como los porcentajes de incremento anual.

La tabla 6.5 muestra que se tiene un crecimiento anual del 2 al 5% en el consumo de detergente.

Dentro de los planes el I.M.S.S. está considerado un crecimiento en la capacidad de lavado, de tal forma que a fin de 1987 se tenga un aumento del 25% del total de 1986.

Se considera un consumo de 52.5 toneladas por mes para septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1986, por lo que el consumo total para 1986 será de 630 toneladas.

A partir de 1988 se prevé que el crecimiento se mantenga entre el 2 y el 5% anual.

La tabla 6.6 agrupa los volúmenes requeridos a futuro considerando el máximo crecimiento (5%).

T A B L A 6.5
CONSUMO REAL DE DETERGENTE

<u>AÑO</u>	<u>TONELADAS</u>	<u>PORCENTAJE DE CRECIMIENTO</u>
1976		
1977	465.00	
1978	475.20	2.1%
1979	495.00	4 %
1980	505.00	2 %
1981	531.00	4.9%
1982	554.77	4.3%
1983	569.00	2.5%
1984	586.53	3 %
1985	598.50	2 %
1986 *	420	5 %

* Hasta agosto de 1986.

T A B L A 6.6

DEMANDA FUTURA DE DETERGENTE

<u>AÑO</u>	<u>TONELADAS</u>
1987	787.50
1988	826.87
1989	868.21
1990	911.62
1991	957.20
1992	1005.06
1993	1055.31
1994	1108.07
1995	1163.47
1996	1221.64

Arrancando en 1989 al 80% y llegando al 100% en 1991 la planta deberá tener una capacidad instalada de 957.20 ton/año.

A fin de cubrir el lote de producción se plantea la necesidad de trabajar 7 días a la semana con un turno, considerando un factor de servicio de 30 días, los días laborables serán 320 días al año, por lo que la capacidad de la planta será de 3 ton/día.

6.5 LOCALIZACION DE LA PLANTA.

En general la localización de una planta industrial - se basa esencialmente en las mismas consideraciones que las que se toman en cuenta para decidir su tamaño, y tiene como objetivo obtener un costo mínimo unitario de operación.

La determinación del lugar donde se ha de instalar una planta se suele llevar a cabo en dos etapas: en la primera se selecciona el área general en que se estima conviene localizar la planta, y en la segunda, se elige la ubicación precisa para efectuar su instalación.

De la ponderación adecuada de todos y cada uno de los diversos factores que influyen sobre la localización de una planta, dependerán las probabilidades de que se obtengan los resultados económicos esperados.

En la localización de una planta industrial los factores que inciden más vigorosamente son los siguientes:

- 1) La localización del mercado de consumo
- 2) La localización de las fuentes de materias primas.

Estos dos factores junto con las características de las materias primas y las de los productos tienen una influencia importante en los costos de transporte y frecuentemente en los rendimientos del producto por unidad de materia prima. El predominio de uno u otro de esos dos factores en la localización de la planta, cuando no son coincidentes, dependerá de su incidencia en los resultados económicos esperados de dicha planta.

Además de los factores antes mencionados, también influyen de manera importante en la selección de la localización de una planta industrial los siguientes factores:

- 3) Disponibilidad y características de la mano de obra.
- 4) Facilidades de transporte
- 5) Disponibilidad y costo de energía eléctrica y combustibles.
- 6) Fuentes de suministro de agua.
- 7) Facilidades para la eliminación de desechos.
- 8) Disposiciones legales, fiscales ó de política económica.
- 9) Servicios públicos diversos.
- 10) Condiciones climatológicas.
- 11) Actitud de la comunidad.

En el caso que nos ocupa no es determinante la localización del mercado de consumo, pues el proyecto está orientado hacia la producción para autoconsumo.

Opuestamente es de gran peso la localización de las fuentes de materias primas.

Un análisis del punto 6.3 muestra que se tiene disponibilidad en el D. F. o zonas aledañas (Estado de México).

Desde el punto de vista de disponibilidad de materias primas lo más recomendable es ubicar la planta en el Estado de México, - pues el D.F. está en zona 3A en la cual ya no se permite el establecimiento a nuevas industrias.

El I.M.S.S. maneja actualmente 14 lavanderias en todo el país, de las cuales 3 están en el Valle de México, con un consumo total de 15 toneladas por mes (28.6% del consumo total). Las 11 lavanderias restantes se localizan en las principales ciudades del país, por tanto puede observarse que el mayor porcentaje de consumo se localiza en el Valle de México, razón complementaria para ubicar la planta en el Estado de México.

Por otro lado, en agosto de 1982, el Gobierno del Estado de México creó el FIDEPAR, Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México, con el objeto de desarrollar parques y zonas industriales y promover el establecimiento de industrias en la entidad, efectuando la construcción de naves y bodegas industriales que se ofrecen a los empresarios con diversos planes de venta o renta.

Localizado a 15 km. al este de la ciudad de Toluca, a 41 km del Distrito Federal, a un costado de la carretera El Cerillo a kilómetro y medio de la carretera México-Toluca, comunicado con las principales ciudades y puertos del país, se encuentra un importante desarrollo industrial llamado "Parque Industrial El Cerillo", situado en una superficie de 320,000 m², colindantes con el "Parque Industrial Lerma", en las inmediaciones del poblado del mismo nombre.

Este desarrollo cuenta con amplias vialidades, servicios de agua, drenaje sanitario y pluvial, electricidad y teléfono; es decir con la infraestructura necesaria para el establecimiento de la planta industrial.

La tabla 6.7 agrupa las características de la Infraestructura del "Parque Industrial el Cerillo".

T A B L A 6.7

INFRAESTRUCTURA DEL PARQUE INDUSTRIAL -
"EL CERILLO"

RUBRO	CARACTERISTICAS
<u>ENERGIA</u> - Capacidad - Tensiones - Fuentes	De acuerdo a las necesidades de cada industrial. 13 y 23 K.V.A Lineas de energia C.F.E.
<u>AGUA</u> - Capacidad - Fuentes	Tomas de 3/4" por lote. Pozos profundos
<u>FERROCARRILES</u>	Espuela a 1.5 km. del parque
<u>COMUNICACIONES</u> - Teléfono - Aeropuerto - Carreteras	Disponibilidad de Lineas telefónicas La ciudad de Toluca cuenta con un aeropuerto internacional Se cuenta con un sistema de carreteras con conexiones directas a cualquier ciudad o región del país(plano 61)
<u>SERVICIOS BASICOS</u>	Drenaje Pluvial Drenaje Sanitario Transporte Público Vigilancia Vialidades.
<u>SERVICIOS COMPLEMENTARIOS</u>	Les ofrece su cercanía con las ciudades de Toluca (15 min) y de Lerma (5 - Minutos).

FUERZA LABORAL DE TRABAJO.- El Valle de Toluca tiene una población aproximada de un millón de habitantes y es una de las regiones más industrializadas. Su fuerza laboral de trabajo se cuenta entre las más calificadas del país.

Los salarios en el área de Toluca son estables y razonablemente bajos, haciendolos competitivos con los salarios del área fronteriza entre México y Estados Unidos, así como, con las de otras regiones industriales.

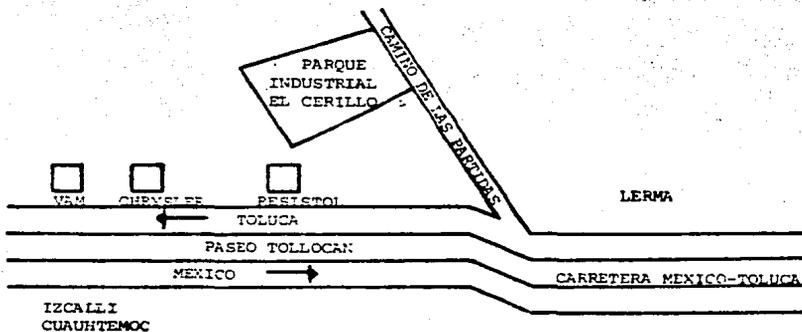
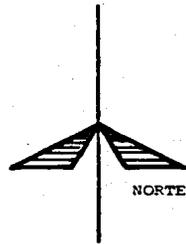
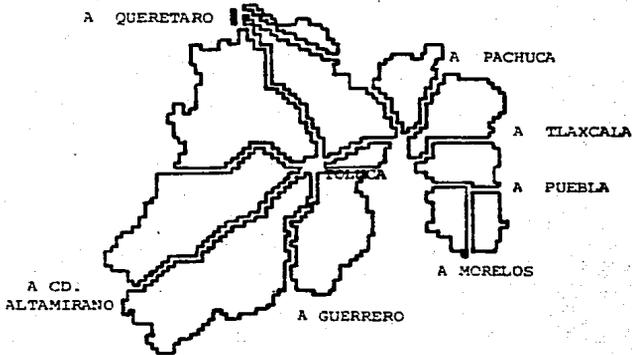
La tabla 6.8 agrupa los datos relativos a la Economía y Demografía de Lerma.

TABLA 6.8

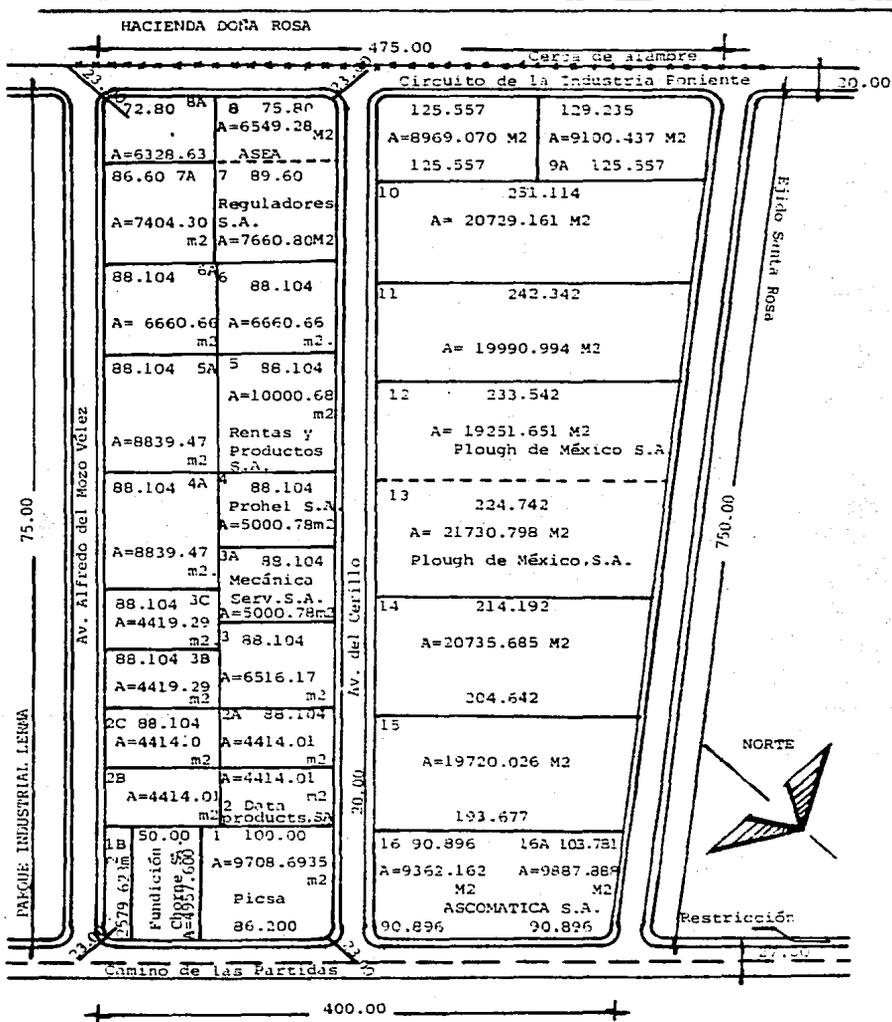
ECONOMIA Y DEMOGRAFIA DE LERMA.

Población	41,975 Habitantes
Densidad	195 Habitantes / km ²
Población Económicamente Activa	10,224 Habitantes
Tasa de crecimiento	2.6% anual
Superficie	215.10 km ²
Altitud Media	2620 m. S.N.M.
Clima Predominante	Templado sub/humedo con lluvias
Lluvia Total	822.5 mm.
Número de días con lluvia	74
Número de días con helada	23
Número de días con granizo	2
Educación Media Superior	CETIS (Centro de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios)
Capacitación	CONAFE (Comisión Nacional de Fomento Educativo).

Finalmente se muestra el Plano de Lotificación del "Parque Industrial el Cerillo".



PLANO 6.1



HACIENDA DOÑA ROSA

475.00

Cercos de alambre

Circuito de la Industria Frontera

30.00

75.00

Av. Alfredo del Mazo Vélaz

PARQUE INDUSTRIAL LERMA

Ejido Santa Rosa

750.00

NORTE

Restricción

Av. del Cerillo

30.00

Camino de las Partidas

400.00

72.80 BA	8	75.80	A=6549.28	M2
A=6328.63	ASEA			
86.60 7A	7	89.60		
A=7404.30	Reguladores S.A.			
m2	A=7660.80	M2		
88.104 8A	6	88.104		
A= 6660.66	A=6660.66			
m2	m2			
88.104 5A	5	88.104		
A=8839.47	Rentas y Productos S.A.			
m2	A=10000.68			
	m2			
88.104 4A	4	88.104		
A=8839.47	Prohel S.A.			
m2	A=5000.78			
	m2			
88.104 3C	3	88.104		
A=4419.29	Mecánica Serv.S.A.			
m2	A=5000.78			
	m2			
88.104 3B	3	88.104		
A=4419.29	A=6516.17			
m2	m2			
2C 88.104	2A	88.104		
A=4414.0	A=4414.01			
m2	m2			
2B	A=4414.01			
A=4414.01	2 Data			
m2	Products S.A.			
	m2			
1B 50.00	1	100.00		
279.62	Fundición Chorge S.A.			
m2	A=9708.6935			
	m2			
	Picsa			
	86.200			

125.557	129.235
A=8969.070 M2	A=9100.437 M2
125.557	9A 125.557
10	251.114
A= 20729.161 M2	
11	242.342
A= 19990.994 M2	
12	233.542
A= 19251.651 M2 Plough de México S.A.	
13	224.742
A= 21730.798 M2 Plough de México,S.A.	
14	214.192
A=20735.685 M2	
204.642	
15	
A=19720.026 M2	
193.677	
16 90.896	16A 103.781
A=9362.162	A=9887.889
M2	M2
ASCOMATICA S.A.	
90.896	90.896

CAPITULO VII

CALCULO Y DISEÑO DE EQUIPO

La ingeniería de un proyecto industrial, denominada pre-ingeniería en las fases anteriores al diseño detallado de la planta, tiene por objeto llenar una doble función: primero, la de aportar la información que permita hacer una evaluación económica del proyecto y, segundo, la de establecer las bases técnicas sobre las que se construirá e instalará la planta, en caso de que el proyecto demuestre ser económicamente atractivo.

La primera fase de la ingeniería del proyecto consiste en la realización de una serie de actividades que tienen por objeto obtener la información necesaria para la adopción de un proceso de producción adecuado. En la segunda fase se especifican maquinaria, equipo y la obra civil, para obtener cotizaciones y presupuestos, y con esta base determinar la magnitud de la inversión y los costos de operación de la planta. Por último, en la fase final se elabora el diseño detallado de la planta y se hace una estimación precisa de la inversión requerida para llevar a cabo la construcción, instalación y puesta en marcha de la misma. En general esta última fase corresponde a firmas de ingeniería.

7.1 DESARROLLO PRELIMINAR

En la realización de la Ingeniería del Proyecto se llevan a cabo operaciones de retroalimentación de información, ya que los resultados de unas actividades sirven para orientar las subsecuentes y los resultados de estas últimas sirven para tomar decisiones en torno a las primeras. Así se observa, que la selección del proceso para elaborar los productos se hace de una manera preliminar, y con esta base y los estudios realizados para seleccionar el tamaño de la planta, se hacen las estimaciones preliminares relativas a la inversión y a los costos de producción; a su vez, con estos resultados se revisan los procesos alternativos considerados originalmente para hacer una selección definitiva del proceso que ha de utilizarse.

Los resultados de la estimación de la inversión y de los costos de producción, junto con la información proveniente de los es

tudios de mercado de consumo y de abastecimiento, son elementos determinantes de las posibilidades de realización del proyecto - sobre bases firmes, tanto técnicas como económicas.

7.1.1 BASES DE DISEÑO.

7.1.1.1. OBJETIVO DE LA PLANTA

El objetivo primordial de la planta es la elaboración de Lauril Sulfato de Sodio del tipo sólido, para uso detergente.

7.1.1.2. PROCESO DE ELABORACION

El proceso consta de dos reacciones básicas: la primera es la sulfatación del alcohol laurico con oleum al 20% de SO_3 , obteniéndose un producto que posteriormente se utiliza en la segunda reacción, esta es la neutralización con una solución sosa-metanol, pre parada alternamente por separado.

La etapa final del proceso consiste en el secado del producto y la recuperación del metanol.

7.1.1.3. CAPACIDAD Y RENDIMIENTO

Como se vió en el capítulo anterior la capacidad de la planta deberá ser de 957.20 toneladas al año, considerando un factor de - servicio de 30 días y 320 días laborables al año, por lo que se -- tendrá una producción diaria de 3 toneladas.

El rendimiento es del 90.27% para la mejor prueba experimental validada (6).

La capacidad mínima de la planta será el 80% de la capacidad del diseño.

7.1.1.4 FLEXIBILIDAD

A falta de energía eléctrica la planta no podrá operar.

La planta deberá diseñarse de tal manera que puedan hacerse paros ordenados de la misma.

A falta de agua de servicios la planta podrá operar parcialmente.

7.1.1.5 Especificaciones de Producto y Materias Primas,

Lauril Sulfato de Sodio

% del Lauril	90% mínimo
pH Solución al 3%	7 - 9
Sulfato de Sodio	1% máximo
Cloruro de Sodio	1% máximo
Alcoholes No sulfatados	3% máximo
Arsénico en p.p.m.	3.0
Fierro en p.p.m.	15.0
Plomo en p.p.m.	20.0
Cuenta total de Bacterias	Negativo
Hongo y Levaduras	200 col/g
Microorganismos Patógenos	Negativo

Oleum

Contenido	20-23% SO ₃
Cloruros en %	0.0002
Nitrato en %	0.0001
Metales Pesados (como Pb) en %	0.0005
Fierro en %	0.0002
Arsenico en %	0.00001
Componentes reductores de Permanganato de Potasio (como SO ₂)	0.002%
Residuo de Calcinación	0.005%

NaOH

Contenido	97% mínimo
Carbonato como (Na_2CO_3) en %	1.0
Cloruro en %	0.01
Sulfato en %	0.01
Metales Pesados (como Pb) en %	0.002
Fierro en %	0.002
Aluminio en %	0.002

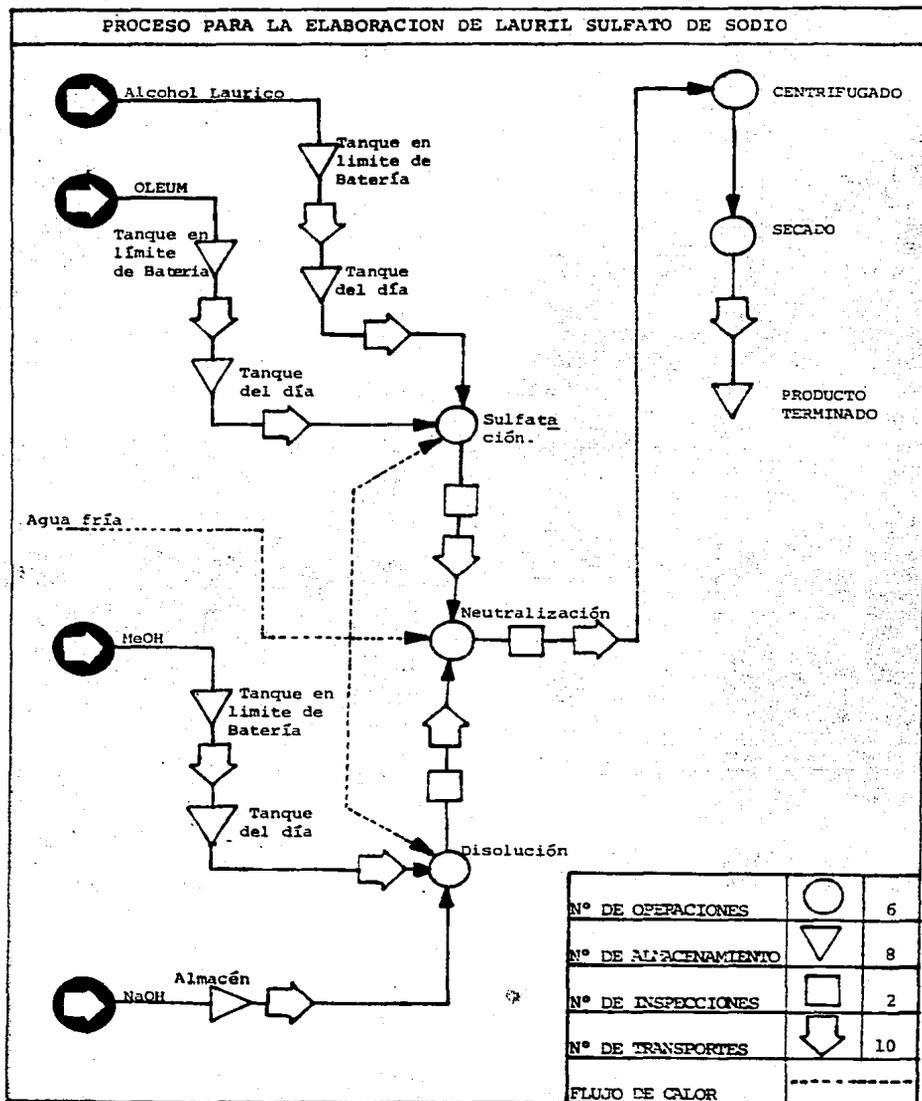
Alcohol Laurico

Contenido	70% mínimo
Alcohol Octilico	2% máximo
Alcohol Recilico	2% máximo
Alcohol Mirfístico	15% máximo
Alcohol Cetilico	3% máximo
Alcohol Estearico	3% máximo
Alcohol Oleico	3% máximo

$\text{CH}_3\text{-OH}$

Ensayo (CH_3OH) (por G.C. corregida el H_2O)	99.9%
Color (APHA)	5
Agua (H_2O) por Karl Fisher	0.01%
Residuo después de la evaporación	0.0005%
Solubilidad en Agua	Pasa la prueba
Acetona, Aldehído (como Acetona)	0.0005%
Acidez titulable	0.0002 meq/g
Base titulable	0.0001 meq/g
Substancias Obscurecidas por H_2SO_4	Pasa la prueba
Substancias Reductoras del KMnO_4	Pasa la prueba
Cobre (Cu)	0.05 p.p.m.

FIGURA 7.1



Metales pesados (como Pb)	0.2	p.p.m.
Hierro (Fe)	0.05	p.p.m.
Niquel (Ni)	0.05	p.p.m.

7.1.2. ESQUEMA DEL PROCESO

El primer paso para llevar a cabo la especificación de los equipos del sistema de producción y del sistema auxiliar de una planta industrial consiste en la elaboración del Esquema del Proceso.

De hecho es un diagrama de flujo preliminar sencillo, y contiene unicamente la secuencia de las operaciones en el proceso o sistema de producción.

El diagrama 7.1 muestra el esquema del proceso elegido.

7.1.3. BALANCE DE MATERIA

Base: Producción de un lote de 750 kg. de lauril sulfato de sodio en 2 hrs.

Reacción de Sulfatación: (Conversión 98.9%)

$C_{12}H_{25}OH$	+	Oleum	\longrightarrow	$C_{12}H_{25}SO_4H$
1 mol		15 mol		1 mol
186 g .				266 g .
100 g .		75.6 g		263 g .
264.76 kg		200.16 kg		696.3

Reacción de Neutralización (Conversión 98.36%, rendimiento 90.27%)

$C_{12}H_{25}SO_4H$	+	NaOH	+	2 Vol. MeOH	→	$C_{12}H_{25}SO_4Na$
1 mol		1 mol		5.96 mol		1 mol
266 g		40 g		32 g		288 g
263 g		40.24 g		190.72 g		283.28 g
696.31 kg		106.54 kg		505 kg		750 kg.

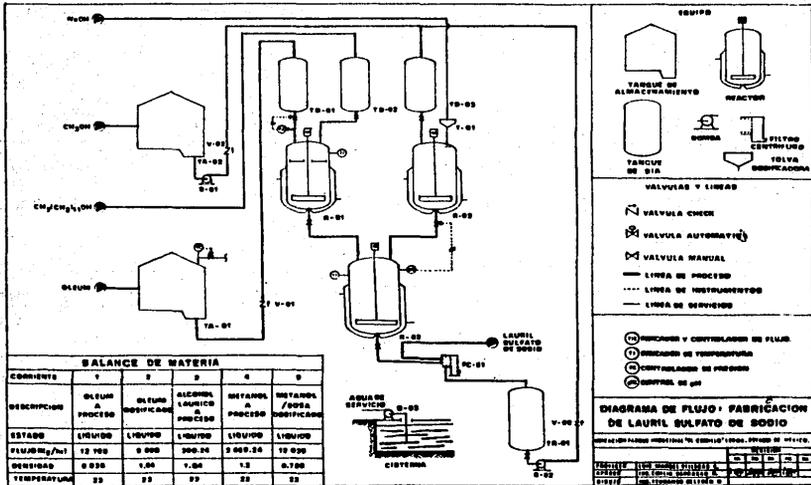
Del Balance anterior se obtienen las cantidades requeridas:

<u>Materia Prima</u>	<u>Lote</u>	<u>Turno</u>
Alcohol Laurico	264.76 kg. (320 l)	1059 kg. (1276 l)
Oleum	200.16 kg. (368.3 l)	800.64 kg. (1473.2 l)
NaOH	106.54 kg.	426.16 kg.
MeOH	505 kg (638 l)	2020 kg. (2552 l)

7.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO

Como parte del estudio de ingeniería de un proyecto industrial es necesario preparar diagramas de flujo del proceso que describan gráficamente la trayectoria de las materias primas y las diferentes operaciones que se efectúan sobre las mismas para obtener el producto final.

Estos diagramas pueden ser cualitativos y cuantitativos los primeros muestran el flujo de materiales, las operaciones que se llevan a cabo, el equipo que se utiliza en las mismas e información básica sobre las condiciones de operación. Los segundos contienen los consumos de materias primas, materiales y servicios auxiliares en cada operación, en general todos los insumos y productos que in



LEGENDA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO
REACTOR
TANQUE DE DÍA
BOMBA
FILTRO CENTRIFUGO
VALVA DE REGULACION

VALVULAS Y LINEAS

VALVULA CHECK
VALVULA AUTOMATICA
VALVULA MANUAL
LINEA DE PROCESO
LINEA DE INSTRUMENTOS
LINEA DE SERVICIO

INDICADORES Y CONTROLADORES DE FLUJO
INDICADORES DE TEMPERATURA
CONTROLADORES DE PRESION
CONTROL DE pH

DIAGRAMA DE FLUJO: FABRICACION DE LAURIL SULFATO DE SODIO

INDICACIONES: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

INDICACIONES: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

tervienen en el proceso y que tienen incidencia significativa en la economía de la planta.

Este tipo de diagramas sirve de base para la especificación de los equipos de proceso y servicios auxiliares, en términos de capacidades y características de diseño.

En la figura 7.2 se muestra el diagrama de flujo para la obtención del Lauril Sulfato de Sodio.

7.1.5. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

Existen muchos factores que deben ser considerados al revisar el problema de seleccionar el dimensionamiento de equipo para un -- producto industrial. Entre estos factores destacan los siguientes:

- 1) El proceso de elaboración adoptado.
- 2) El nivel de calidad del producto a elaborar.
- 3) La escala de producción seleccionada.
- 4) Las probables fluctuaciones en la producción.
- 5) El costo de adquisición.
- 6) El costo de operación.
- 7) Gastos por depreciación, importación y seguros.
- 8) El nivel de riesgos involucrados en su operación.
- 9) Obsolescencia previsible.
- 10) La flexibilidad de operación.

- 11) El grado de automatización deseado.
- 12) Las condiciones de compra.
- 13) El espacio requerido por la maquinaria o equipo.
- 14) La estandarización que sea conveniente adoptar.
- 15) Las garantías y servicios que ofrecen los proveedores.
- 16) La factibilidad de ampliación de su capacidad.

En realidad, la selección de equipo se efectúa en dos etapas, en la primera se elige el tipo de equipo, con base en el diagrama de proceso y se le especifica con base en el mismo y en los balances de materia y energía para solicitar cotizaciones a los fabricantes. En la segunda etapa se efectúa la selección propiamente dicha de las unidades industriales de entre las cotizaciones recibidas, analizando a través de todo el proceso de selección los factores antes mencionados.

En los países en desarrollo tienen particular importancia para la selección de las unidades de producción el tamaño del mercado y la disponibilidad de recursos de inversión, así como el nivel técnico de la mano de obra.

La automatización se puede introducir no solo en las operaciones del proceso, sino también en el manejo y transporte de materias primas y productos, y es precisamente en estas últimas donde hay más flexibilidad en cuanto al grado de automatización que es posible introducir.

7.1.5 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

7.1.5.1. CALCULO DE LOS REACTORES

Volúmenes de reactivos y productos.

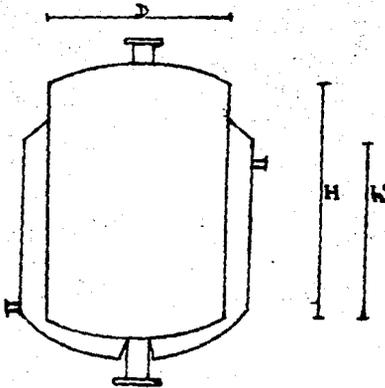
REACTOR	VOL. DE REACTIVOS		VOL. PRODUCTOS	
	m ³	ft ³	m ³	ft ³
01	0.6883	24.31	0.720	25.43
02	1.4538	51.34	1.566	55.30
03	0.7338	25.92	0.747	26.40

Tiempos de reacción.

REACTOR	TIEMPO DE CARGA (Hr)	TIEMPO DE REACCION (Hr)	TIEMPO DE DESCARGA (Hr)
01	0.083	0.833	0.083
02	0.083	0.250	0.093
03	0.083	0.666	0.166

Se utilizará un reactor de 2 m³ (70.63 ft³) para la neutralización, y dos de 1 m³ (35.31 ft³) uno de los cuales deberá ser vi^odrado, pues la sulfatación se realiza con oleum, el cual es extremadamente corrosivo.

REACTOR (1,3)	REACTOR 2
T máx.= 26.5°C= 79.7°F	T máx.=25.5°C= 77.9°F
P máx.= 1.025 atm=15.1psig	P máx.=1.031 atm= 15.15 psig.
Cap. máx.=1m ³ =35.31 ft ³	Cap. máx.=2m ³ =70.63 ft ³
Medio de enfriamiento= Agua de Cisterna	Medio de enfriamiento= Agua de Cisterna



Considerando un H/D recomendado de 1.5, y tapas toriesféricas se procede al cálculo de los reactores.

CAP. MAX.=VOLUMEN DE CILINDRO + VOLUMEN DE LAS TAPAS

$$\text{VOL. TAPA} = 0.000049 \cdot D_i^3$$

$$\text{VOL. CILINDRO} = \left(\frac{\pi}{4}\right) D_i^2 \cdot h$$

$$H/D = 1.5$$

$$VT = (k) TT D^2 i H$$

$$D = \left(\frac{VT}{(1.5/4) TT + 0.000049} \right)$$

$$H = 1.5 * D$$

$$h' = (3/4) * H \quad (\text{recomendado})$$

$$P \text{ diseño} = Pop + 10 \text{ psig.}$$

	REACTOR (1,3)		REACTOR 2	
	cm.	pulg.	cm.	pulg.
D	94.7	37.3	119.3	47.0
H	142.05	55.9	178.9	70.4
D Chaqueta	109.9	43.3	134.54	53.0
h'	106.5	41.9	134.2	52.8
P Diseño	1.7 atm	25 psig.	1.7 atm.	25.16 psig.

MATERIAL DE CONSTRUCCION.

El reactor 01 deberá ser vidriado en acero inoxidable 316, el cual sufre la menor corrosión al oleum por año. Los dos reactores restantes pueden ser de acero inoxidable 304 ó 316, los cuales son los más recomendables para las condiciones del proceso.

En la tabla 7.1 se enlistan las características de cada material.

TABLA 7.1
CARACTERISTICAS DE CADA MATERIAL

	VIDRIADO	ACERO INOX. 316	ACERO INOX. 304
Corrosión a Mezcla $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$	0.005"/AÑO	0.005"/AÑO	0.02"/AÑO
Resistencia a la compresión 2 lb/Ft ²		21 - 110	7 - 84
Alta tensión 2 lb/Ft ²		60 - 130	63 - 105
Densidad lb/pulg ³	0.08	0.29	0.29
Punto de fusión (°F)	2,282	905 - 1,652	2,498 - 2,552
Cp(kcal/kg°C)	0.23	0.12	0.12
Conductividad Térmica "K" (Cal/m ² hr) (M/°C)	37.5	168.4	168.4
Resistencia Eléctrica 20°C(ohm)		435	445
Costo Comp. con el acero al carbón calidad de Brida=1		10	7

Por su menor costo, se usará acero inoxidable 304.

COMPOSICION DEL ACERO INOXIDABLE 304.

Fe	73.92%	mínimo
Cr	18%	
Ni	10%	
C	0.03%	máximo

CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA.

El espesor de la placa (t) está dado por las relaciones:

$$\text{Envolvente cilíndrico: } t_c = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0.06P}$$

$$\text{Tapas (Toriesféricas) } t_T = \frac{P \cdot L \cdot M}{2 \cdot S \cdot E - 0.2}$$

Considerando $L/r = 10$.

$$M = \frac{1}{4} (3 + \sqrt{L/r - 1}) = 1.54$$

REACTOR 01,03			REACTOR 02	
L	37.3"	94.7 cm	47"	119.3 cm
R	18.65"	47.35cm	23.5"	59.65cm
M	1.54		1.54	
P	25psig	1.7atm.	25.16psig	1.71 atm
S	18700psi	1272atm	18700psi	1272 atm
E*	0.7		0.7	
t _c	0.035"	0.089cm.	0.045"	0.11cm
t _T	0.055"	0.14cm	0.07" ^d	0.18cm
Peso	447 lb	202.8 kg	709 lb.	321.5 kg

*E= 0.7 para tanque sin radiografiar.

Dados los espesores de placa obtenidos, se utilizará placa de 1/8 de pulgada (la menor medida comercial en placa), la cual es su

ficientemente sobrada para asegurar una larga duración de los tanques.

Peso de placa $1/8'' = 5.1 \text{ lb/ft}^2$.

ACCESORIOS.

Los accesorios necesarios deberán ser en acero inoxidable 403, a excepción del agitador y la boquilla de alimentación del oleum al reactor 01, que deberán tener recubrimiento vidriado.

CALCULO DE AGITADORES

Para el reactor 01:

cap. máx. = 1000 l (264.2 gal)

Vol. de reacción = 720 l (190.2 gal)

Diámetro inte. = 94.7 cm (37.3", 3.1 ft).

Viscosidad = 1.62 c.p.

Sg = 3.1

Profundidad mojada del agitador (Z):

$$V = \pi (D/2)^2 Z^* (7.5 \text{ gal/ft}^3)$$

$$Z = \frac{4V}{\pi D^2 * 7.5} = \frac{4(190.2)}{\pi (3.1)^2 * 7.5} = 3.36 \text{ ft} = 1.02 \text{ m.}$$

En seguida se calcula la sección transversal del reactor:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} (3.1 \text{ ft})^2 = 7.55 \text{ ft}^2$$

La capacidad efectiva de bombeo (Q) será

$$Q = V_b * A \quad \text{donde: } V_b = \text{Velocidad de bombeo.}$$

$V_b = 30 \text{ ft/min}$ para reactores batch.

$$Q = (30 \text{ ft/min}) * 7.55 \text{ ft}^2 = 226.5 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

Tomando un valor de 0.5 para la relación D_{imp}/D reactor.
(El recomendado es 0.2 - 0.6):

$$D_{imp} = D \text{ reactor} * (0.5) = (3.1) * (0.5) = 1.55 \text{ ft} = 18.6''$$

El cálculo de la velocidad del agitador en RPM, (N) del número de Reynolds se hace a partir de Q:

$$N(\text{RPM}) = \frac{Q}{(N_q * D^3)}$$

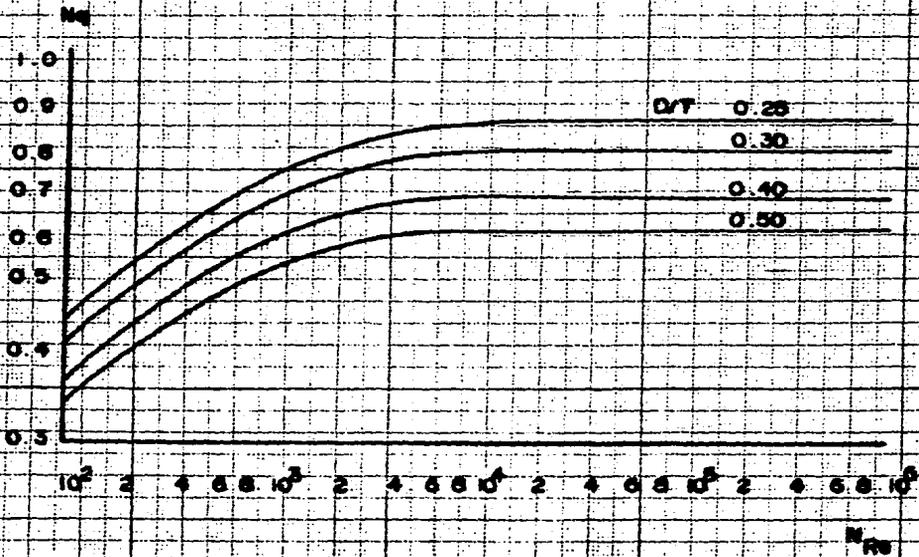
$$N \text{ Re} = \frac{10.7 (D_{imp})^2 * N * S_g}{\mu}$$

Donde N_q es el número de bombeo y S_g la gravedad específica de la mezcla. El número de bombeo N_q se obtiene iterativamente, suponiendo un valor inicial para el NRe y leyendo en la gráfica de la figura 7.3. El valor correcto de N_q se tendrá cuando el Número de Reynolds iterado (NRe) coincida con el valor del Número de Reynold corregido (NRe).

FIGURA 7.3

GRAFICA DEL NUMERO DE BOMBEO

EN FUNCION DEL NUMERO DE REYNOLDS



N_g - Número de bombeo

N_{Re} - Número de Reynolds

D/T - Relación de diámetro del impulsor a diámetro del reactor

$$N = 226.5 \text{ ft}^3/\text{min.} / (3.1 \text{ ft Nq}) = \frac{73.1}{Nq}$$

$$NRe = 27.44 * N.$$

Iterativamente se obtuvo.

NRe*	Nq	N	NRe
1000	0.540	135.37	3715
3700	0.590	123.89	3399
3400	0.580	126.00	3458
3430	0.585	124.96	3429

$$NRe^* = NRe \quad 3430 \approx 3429$$

Por lo tanto $N = 124.96$, con este valor se obtiene la potencia del motor:

$$Hp = (Dic/394)^5 * Sg * \eta * N^3$$

donde Dic es el diametro corregido del impulsor, N la velocidad del agitador y η la eficiencia bajo condiciones normales de operación, la cual consideraremos igual a 90%.

$$Dic = Di/C_F$$

C_F es un factor de corrección, dado en la tabla 7.2, como el NRe (3429) es mayor de 700, entonces ($F=1$)

$$\text{Por tanto: } \underline{Dic = Di = 1.55 \text{ ft} = 18.6''}$$

$$HP = (18.5 \text{ in} / 394)^5 * 3.1 * 0.9 * (124.96)^3 = 1.27 \text{ HP}$$
$$HP = 1.5$$

Para completar la especificación del agitador hace falta calcular las características de la flecha.

Empleando la forma simplificada.

$$d = 4.64 \sqrt{VHF/N} \quad \text{donde } d = \text{diámetro}$$

$$d = 4.64 \sqrt{1.5/124.96} = 0.51 \quad \text{pulg. flecha}$$

Se especifica un diámetro comercial de 3/4 de pulgada

TABLA 7.2

<u>NRe</u>	<u>CF</u>	<u>NRe</u>	<u>C_F</u>	<u>NRe</u>	<u>C_F</u>
700	1.00	200	0.95	70	0.89
500	0.99	150	0.93	60	0.88
400	0.98	100	0.91	50	0.87
300	0.97	80	0.90		

REACTOR 02

Capacidad máxima = 2000 l (528.4 gal.)

Volumen de reacción = 1566 l (413.7 gal.)

Diámetro int. = 119.3 cm (47.0", 3.9 ft)

Viscosidad = 1.6 c.p.

Sg = 2.5

$$Z = \frac{4*(413.7)}{\pi(3.9)^2*7.5} = 4.62 \text{ ft} = 1.41 \text{ m.}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (3.9)^2 = 11.94 \text{ ft}^2$$

$$Q = 30*11.94 = 358.2 \text{ ft}^2$$

Considerando $D_{imp}/D_{react.} = 0.5$

$$D_{imp} = 0.5 * D_{react.} = 0.5 * (3.9) = 1.95 \text{ ft} = 23.4"$$

$$N \text{ (RPM)} = \frac{358.2}{Nq * (1.95)^3} = \frac{48.3}{Nq}$$

$$N_{Re} = \frac{10.7 * (1.95)^2 * N * 2.5}{1.6} = 35.46 * N$$

Iterando:

<u>NRe*</u>	<u>Nq</u>	<u>N</u>	<u>NRe</u>
2000	0.575	84.00	2978
3000	0.540	89.44	3172
3100	0.545	88.62	3142
3110	0.550	87.82	3114

$$3110 \approx 3114.$$

A $N_{Re} = 3110$ C_F es igual a 1 por tanto:

Dic= Di= 1.95 ft= 32.4" entonces considerando $\eta = 90\%$

$$HP = (23.4/394)^5 * 2.5 * 0.9 * (87.82)^3 = 1.13 \text{ HP.}$$

$$HP \approx 1.5 \text{ HP}$$

Para la flecha:

$$d = 4.64 \sqrt{1.5/87.82} = 0.61 \text{ pulg.}$$

Se especifica un diámetro de flecha comercial de $\frac{3}{4}$ pulgada.

REACTOR 03

Capacidad máxima = 1000 l (264.2 gal)

Volumen de reacción = 747 l (197.3 gal)

Diametro int. = 97.7 cm (37.3", 3.1 ft)

Viscocidad = 1.85 cp.

Sg = 1.2

$$Z = \frac{4 \cdot (197.3)}{\pi \cdot (3.1)^2 \cdot 7.5} = 3.48 \text{ ft} = 1.06 \text{ m.}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (3.1)^2 = 7.55 \text{ ft}^2$$

$$Q = 30 \cdot 7.55 = 226.5 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

$$D_{\text{imp}}/D_{\text{react.}} = 0.5$$

$$D_{\text{imp}} = 0.5 \cdot 3.1 = 1.55 \text{ ft} = 18.6''$$

$$N = \frac{226.5}{Nq \cdot (1.55)^3} = \frac{60.82}{Nq.}$$

$$NRe = 16.67 \cdot N$$

Iterando:

NRe*	Nq	N	NRe
1000	0.545	111.60	1860
1900	0.570	106.70	1778
1800	0.567	107.27	1788
1790	0.566	107.45	1791

$$1790 \cong 1791$$

$C_F = 1$ entonces:

$$D_{ic} = D_i = 1.55 \text{ ft} = 18.6" \text{ y considerando } \eta = 90\%$$

$$HP = (18.6/394)^5 * 1.2 * 0.9 * (107.45)^3 = 0.31 \text{ HP}$$

$$HP \cong \frac{1}{2}$$

Para la flecha:

$$d = 4.64 \sqrt{0.5/107.45} = 0.32 \text{ pulg.}$$

Se especifica un diámetro de flecha comercial de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Los rangos de velocidad recomendada se pueden agrupar en forma práctica de la siguiente manera:

Alta velocidad, 1750 RPM: Para fluidos de baja viscosidad tal como el agua.

Velocidad media, 1150 RPM: Para fluidos de viscosidad media, tales como jarabes y barnices.

Baja velocidad, 420 RPM: Para fluidos de alta viscosidad, tales como aceites, pinturas para fibras o crigs tales delicados, o cuando la espuma es un problema.

REACTOR	CAPACIDAD	DIMP.		HP	D FLECHA	RPM
01	1000 l	1.55ft	18.6"	1.5	3/4"	420
02	2000 l	1.95ft	23.4"	1.5	3/4"	420
03	1000 l	1.55ft	18.6"	0.5	1/4"	1150

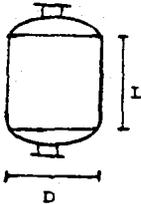
7.1.5.2. CALCULO DE TANQUES.

Los tanques de día manejarán el volumen requerido para un turno más un 10% de pérdida por manejo.

CALCULO DE TD-01.

Fluido a manejar : Oleum (23% SO_3)
Volumen de líquido: 1620.52 l = 57.22 ft³
Densidad : 1.84 g /ml.

El tanque será vertical, pues se tiene una mayor presión hidrostática y además es de menor costo que uno horizontal.



Se considera que el volumen del líquido será el 85% del volumen total del tanque.

Por tanto el volumen del tanque será --
1863.6 l = 65.8 ft³.

El tanque deberá calcularse de tal forma que el desperdicio - de placa de acero empleada en su fabricación sea el mínimo posible.

La tabla 7.3 contiene los estándares de medida de placa.

TABLA 7.3

4' x 10'	6' x 10'	8' x 20'
4' x 20'	6' x 15'	8' x 30'
4' x 20.	6' x 20'	8' x 40'

$$\text{Vol. del cilindro} = \frac{\pi}{4} * D^2 * L$$

L/D	D		L		AREA DEL ENVOLVENTE ft x ft	SOBRANTE POR PLACA ft ² .
	ft	pulg	ft	pulg		
1.0	4.40	62.5	4.4	62.5	13.8x4.4	29.28
1.5	3.8	45.9	5.7	93.7	11.9x5.7	22.17
2.0	3.5	41.7	7.0	84.0	11.0x7.0	83.00
2.5	3.2	38.7	8.0	96.0	10.0x8.0	80.00

Basado en la tabla anterior se selecciona un L/D igual a 1.5 con las dimensiones:

$$D = 3.8 \text{ ft} = 45.9 \text{ pulg.}$$

$$L = 5.7 \text{ ft} = 93.7 \text{ pulg.}$$

$$V = 65.8 \text{ ft}^3$$

CALCULO DEL ESPESOR DEL MATERIAL

Parte Cilíndrica

$$t_1 = \frac{P * R}{S * E - 0.6 P}$$

Tapas Toriesféricas

$$t_2 = \frac{P * L * M}{2SE - 0.2 P}$$

DONDE:

t= Espesor en pulgadas

P= Presión en lb/pulg²

S= Esfuerzo a la tensión. Para acero 816.S= 20 000 lb/pulg².

E= Eficiencia. Para tanque sin radiografiar E= 0.7

L= Radio de la corona. Igual al Di del tanque = 45.9 pulg.

M= Factor de relación entre el radio de la corona y el radio de transición.

R= Radio del cilindro = 22.95 pulg.

P= Patm + Ph

Ph= $\int \rho \cdot g \cdot h$

$$Ph = 1.84 \cdot \frac{V_L}{Ac} \cdot 9.8 \frac{m}{seg^2} = 1.84 \frac{kg}{1} \cdot \frac{1000 l}{1 m^3} \cdot \frac{1.62 m^3}{1.053 m^2} \cdot 9.8 \frac{m}{seg^2}$$

$$Ph = 27741.5 \frac{kg}{m \cdot seg^2} = 0.274 atm.$$

$$P = 1 + 0.274 = 1.274 atm. = 18.73 lb/pulg^2.$$

$$t_1 = \frac{18.73 lb/pulg^2 \cdot 22.95 pulg.}{20\ 000 lb/pulg^2 \cdot 0.7 - 0.6 \cdot 18.73 lb/pulg^2} = 0.031 pulg.$$

Considerando L/r = 10

$$M = \frac{1}{2} (3 + \sqrt{10}) = 1.54$$

$$t_2 = \frac{18.73 lb/pulg^2 \cdot 45.9 pulg \cdot 1.54}{2 \cdot 20000 lb/pulg^2 \cdot 0.7 - 0.2 \cdot 18.73 lb/pulg^2} = 0.047 pulg.$$

Por lo que se selecciona un espesor de 1/8 de pulgada tanto para la parte cilíndrica, como para las tapas.

CALCULO DE TD-2

Fluido a manejar : Alcohol Laurico
 Volumen de lfquido : 1276 l = 45.06 ft³.
 Densidad : 0.836 g /ml.
 Volumen del tanque : 1467. 1 = 51.82 ft³.

L/D	D		L		AREA DEL ENVOLVENTE ft x ft	SOBRANTE POR PLACA ft ² .
	ft	pulg	ft	pulg		
1.0	4.0	48.0	4.0	48.0	12.6 x 4.0	29.6
1.5	3.5	42.0	5.3	63.0	11.0 x 5.3	31.7
2.0	3.2	38.4	6.4	76.8	10.0 x 6.4	---
2.5	3.0	36.0	7.5	90.0	9.4 x 7.5	89.5

Utilizando un L/D de 2.0 y placa estandard de 6' x 10' harfan falta 0.4' (4.8") de altura, los cuales se cubrirfan con un faldón de 2.4" en cada una de las tapas, por tanto:

$$D = 3.2 \text{ ft} = 38.4 \text{ pulg.}$$

$$L = 6.4 \text{ ft} = 76.8 \text{ pulg.}$$

$$V = 51.82 \text{ ft}^3.$$

$$P_h = 0.836 * 1000 * 9.8 * \frac{1.276}{0.747} = 13995 \frac{\text{kg}}{\text{m seg}^2} = 0.138 \text{ atm.}$$

$$P = 1.138 \text{ atm} = 16.73 \text{ lb/pulg}^2.$$

ESPESORES

$$t_1 = \frac{16.73 * 19.2}{20000 * 0.7 - 0.6 * 16.73} = 0.0229 \text{ pulg.}$$

$$L/r = 10 \Rightarrow M = 1.54$$

$$t_2 = \frac{16.73 * 38.4 * 1.54}{2 * 20000 * 0.7 - 0.2 * 16.73} = 0.0353 \text{ pulg.}$$

Se selecciona un espesor de 1/8 de pulgada.

CALCULO DE TD-03

Fluido a manejar : Metanól absoluto
 Volumen de líquido: 2807.2 l = 99.12 ft³
 Densidad : 0.786 g /ml.
 Volumen del tanque: 3228.23 l = 114 ft³

L/D	D		L		AREA DEL ENVOLVEN TE ft x ft	SOBRANTE POR PLACA ft ² .
	ft	pulg	ft	pulg		
1.0	5.25	63.0	5.25	63.0	16.5 x 5.25	33.37
1.5	4.60	55.2	6.90	82.8	14.45 x 6.9	60.29 *
2.0	4.17	50.0	8.34	100.1	13.10 x 8.34	50.74
2.5	3.87	46.4	9.67	116.0	12.18 x 9.67	----

*Puede utilizarse un L/D= 1.5, placa de 6' x15', con la cual -faltaría 0.9' (10.8") de altura, esto puede solucionarse adicionando los 0.9' de otra lamina en la parte superior, por tanto:

$$D = 4.6 \text{ ft} = 55.2 \text{ pulg.}$$

$$L = 6.9 \text{ ft} = 82.8 \text{ pulg.}$$

$$V = 114 \text{ ft}^3.$$

$$Ph = 0.786 * 1000 * 9.8 * \frac{2.8072}{1.544} = 14005 \frac{\text{kg}}{\text{mseg}^2}$$

$$Ph = 0.138 \text{ atm}$$

$$P = 1.138 \text{ atm.} = 16.73 \text{ lb/pulg}^2.$$

ESPESORES:

$$t_1 = \frac{16.73 * 27.6}{20000 * 0.7 - 0.6 * 16.73} = 0.033$$

$$t_2 = \frac{16.73 * 55.2 * 1.54}{2 * 20000 * 0.7 - 0.2 * 1673} = 0.0508$$

Se selecciona un espesor de 1/8 de pulgada.

CALCULO DE TR- 01.

Se recupera el 78% del metanol utilizado en el proceso, por tanto el metanol recuperado es 1990 lt, entonces el volumen del tanque deberá ser de 2288.5 lt (80.8 ft³).

L/D	D		L		AREA DEL ENVOLVEN TE ft x ft	SOBRANTE POR PLACAS ft ² .
	ft	pulg	ft	pulg		
1.0	4.68	56.16	4.68	56.16	14.70 x 4.68	21.2
1.5	4.09	49.08	6.13	73.56	12.84 x 6.13	11.3
2.0	3.72	44.64	7.44	89.28	11.69 x 7.44	73.0
2.5	3.45	41.4	8.62	103.44	10.84 x 8.62	66.55

Puede utilizarse $L/D = 1.5$, con placa de 6' x 15' y un faldón en cada tapa de 0.065' (0.78"), por lo que las dimensiones del tanque serán:

$$d = 4.09 \text{ ft} = 49.08 \text{ pulg.}$$

$$L = 6.13 \text{ ft} = 73.56 \text{ pulg.}$$

$$V = 80.8 \text{ ft}^3.$$

$$Ph = 0.786 * 1000 * 9.8 * \frac{2.2885}{1.2205} = 14443 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{seg}^2}$$

$$Ph = 0.142 \text{ atm.}$$

$$P = 1.142 \text{ atm} = 16.79 \text{ lb/pulg}^2.$$

ESPEORES:

$$t_1 = \frac{16.79 * 24.54}{20000 * 0.7 - 0.6 * 16.79} = 0.029 \text{ pulg.}$$

$$t_2 = \frac{16.79 * 49.08 * 1.54}{2 * 20000 * 0.7 - 0.2 * 16.79} = 0.045 \text{ pulg.}$$

Se selecciona un espesor de 1/8 de pulgada.

TANQUE	VOLUMEN		D		L		ESPESOR DE PLACA	N° Y MEDIDA DE PLACA
	ft ³	lt	ft	pulg	ft	pulg		
TD-01	65.8	1863.6	3.8	45.9	5.7	93.7	1/8"	1;6' x 15'
TD-02	51.82	1467.4	3.2	38.4	6.4	76.8	1/8"	1;6' x 10'
TD-03	114.0	3228.2	4.6	55.2	6.9	82.8	1/8"	1;6' x 15'
TR-01	80.8	2288.5	4.09	49.08	6.1	73.5	1/8"	1;6' x 15'

CALCULO DE TA-01

Fluido a manejar : Oleum (20% SO₂)
 Densidad : 1.84 g /ml.
 Volumen de Liquido: 24 308 l = 858.3 ft³
 Volumen del tanque: 28 000 l = 988.7 ft³.

Para almacenar el oleum puede utilizarse acero inoxidable 316, sin embargo el tanque deberá colocarse en un lugar fresco, cubierto del sol, de tal manera que la temperatura del oleum no rebase los 23°C.

L/D	D		L		AREA DEL ENVOLVENTE ft x ft	SOBRANTE POR PLACAS ft ² .
	ft	pulg.	ft	pulg.		
1.0	10.8	129.6	10.8	129.6	33.9 x 10.8	53.88
1.5	9.4	112.8	14.1	169.2	29.5 x 14.1	24.05
2.0	8.6	103.2	17.2	206.4	27.0 x 17.2	55.60
2.5	7.9	94.8	19.7	237.0	24.8 x 19.7	31.44

Se selecciona un L/D = 1.5; será necesario poner un faldón de 0.1 ft (1.2") en la tapa superior.

$$D = 9.4 \text{ ft} = 112.8 \text{ pulg.}$$

$$L = 14.1 \text{ ft} = 169.2 \text{ pulg.}$$

$$V = 988.7 \text{ ft}^3.$$

$$Ph = 1.84 * 1000 * \frac{28.0}{1.964} * 9.8 = 257075.36 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{seg}^2}.$$

$$Ph = 2.537 \text{ atm.}$$

$$P = 1 + 2.537 = 3.537 \text{ atm} = 52.0 \text{ lb/ pulg}^2.$$

$$t_1 = \frac{52.0 * 56.4}{20\ 000 * 0.7 - 0.6 * 52.0} = 0.210 \text{ pulg.}$$

$$t_2 = \frac{52.0 * 112.8 * 1.54}{2 * 20\ 000 * 0.7 - 0.2 * 52.0} = 0.323 \text{ pulg.}$$

Se selecciona un espesor de placa de $\frac{1}{2}$ " para el envolvente cilíndrico, y de $\frac{3}{8}$ " para las tapas.

CALCULO DE TA-02:

Fluido a manejar: Metanol absoluto

Densidad : 0.786 g /ml.

Volumen de líquido: 19 650.4 l = 693.9 ft³

Volumen del tanque: 22 600 l = 798 ft³

L/D	D		L		AREA DEL ENVOLVENTE ft x ft	SOBRANTE POR PLACAS ft ² .
	ft	pulg	ft	pulg		
1.0	10.0	120.0	10.0	120.0	31.4 x 10.0	56.00
1.5	8.8	105.6	13.2	158.4	27.6 x 13.2	55.68
2.0	8.0	96.0	16.0	192.0	25.1 x 16.0	38.40
2.5	7.4	88.8	18.5	222.0	23.2 x 18.5	10.8

Se selecciona un L/D = 2.5, siendo necesario colocar un faldón de 6" en la tapa superior.

$$D = 7.4 \text{ ft} = 88.8 \text{ pulg.}$$

$$L = 18.5 \text{ ft} = 222.0 \text{ pulg.}$$

$$V = 798 \text{ ft}^3.$$

$$Ph = 0.786 * 1000 * \frac{19.6504}{1.2171} * 9.8 = 124360 \frac{\text{kg}}{\text{m seg}^2}.$$

$$Ph = 1.227 \text{ atm.}$$

$$P = 1 + 1.227 = 2.227 \text{ atm.} = 32.74 \text{ lb/pulg}^2.$$

$$t_1 = \frac{32.74 * 44.4}{20000 * 0.7 - 0.6 * 32.74} = 0.104$$

$$t_2 = \frac{32.74 * 88.8 * 1.54}{2 * 20000 * 0.7 - 0.2 * 32.74} = 0.160$$

Se selecciona un espesor de placa de 1/8" para el envolvente cilíndrico, y de 1/4 para las tapas.

7.1.5.3. CALCULO DE BOMBAS.-

CALCULO DE B-01 (CH₃-OH a proceso)

$$Hp = \frac{G * \rho * h}{75 * \eta}$$

$$G = \frac{12035 \text{ kg/hr.}}{0.786 \text{ kg/l.}} * \frac{1 \text{ hr.}}{2600 \text{ seg.}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l.}} = 0.00425 \frac{\text{m}^3}{\text{seg.}}$$

$$\rho = \frac{0.786 \text{ kg}}{1} * \frac{1000 \text{ l.}}{1 \text{ m}^3} = 786 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h = 7.5 \text{ m.}$$

$$\eta = 70\%$$

$$HP = \frac{0.00425 \text{ m}^3/\text{seg} * 786 \text{ kg/m}^3 * 7.5 \text{ m}}{75 * 0.7} = 0.483$$

Por tanto se especifica una bomba de 1/2 HP.

CALCULO DE B-02 (CH₃ - OH recuperado)

$$G = \frac{1.99 \text{ m}^3}{2 \times 3600 \text{ seg}} = 2.764 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\rho = 786 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{HP} = \frac{(2.764 \times 10^{-4}) \times 786 \times 7.5}{75 \times 0.7} = 0.031$$

Se especifica una bomba de 1/8 HP.

CALCULO DE B-03

Agua requerida:

R-01 : $Q = m C_p T$

$$M = 696.31 \text{ kg}$$

$$\bar{C}_p = (x \times C_p)_{\text{oleum}} + (x \times C_p)_{\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OH}}$$

$$\bar{C}_p = 0.6 \times 0.35 + 0.4 \times 158 \times \frac{1}{186.34} = 0.549 \frac{\text{cal}}{\text{kg}^\circ\text{k}}$$

$$Q = 696.31 \text{ kg} \times 0.549 \frac{\text{cal}}{\text{kg}^\circ\text{k}} \times (323^\circ\text{k} - 298^\circ\text{K}) = 9\ 557 \text{ cal.}$$

$$9\ 557 \text{ cal} = M \text{ H}_2\text{O} \times 1 \frac{\text{cal}}{\text{kg}^\circ\text{k}} \times (323^\circ\text{k} - 298^\circ\text{K})$$

$$M \text{ H}_2\text{O} = 382.28 \text{ kg}$$

$$V \text{ H}_2\text{O} = 0.38228 \text{ m}^3.$$

R- 02

$$\bar{C}_p = 0.87 \times (0.85 \times 0.60 + 0.15 \times 0.6) + 0.13 \times 0.549 = 0.593 \frac{\text{cal}}{\text{kg}^\circ\text{k}}$$

$$Q = 750 \times 0.593 (333-298) = 15\ 566.25 \text{ cal.}$$

$$M \text{ H}_2\text{O} = \frac{15\ 566.25}{(323-298)} = 622.65 \text{ kg}$$

$$V \text{ H}_2\text{O} = 0.62265 \text{ m}^3$$

R-03

$$\bar{C}_p = 0.6 \frac{\text{cal}}{\text{kg}^\circ\text{k}}$$

$$Q = 611.54 * 0.6 (314-298) = 5870.784 \text{ cal.}$$

$$M_{H_2O} = \frac{5870.784}{(315-298)} = 345.34 \text{ kg}$$

$$V_{H_2O} = 0.34534 \text{ m}^3.$$

$$V_{TOTAL} = 1.35 \text{ m}^3.$$

$$G = \frac{1.35 \text{ m}^3}{1.5 * 3600 \text{ seg.}} = 2.5 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{seg.}}$$

$$\rho = 1 \frac{\text{k}}{\text{l}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$HP = \frac{(2.5 * 10^{-4}) * 1000 * 5}{75 * 0.7} = 0.0238$$

Se especifica una bomba de 1/8 HP.

7.1.5.4. CALCULO DEL FILTRO CENTRIFUGO

$$\text{Volumen de Suspensi3n: } 1566 \text{ l} = 55.3 \text{ ft}^3$$

$$\text{Masa del S3lido} : 795 \text{ kg} = 1753 \text{ lb.}$$

$$\text{Presi3n de filtrado} : 689 \text{ 427 Nw/m}^2 = 14400 \text{ lb/ft}^2.$$

$$\text{fracci3n Hueca} = \epsilon = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_s}$$

donde:

$$\rho_a = \text{Densidad de la torta seca} = 1.077 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 67.237 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\rho_s = \text{Densidad del Lauril Sulfato de Sodio}$$

$$\rho_s = 1.34 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} = 83.656 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\epsilon = 1 - \frac{1.077}{1.34} = 0.196$$

S = fracción másica del sólido en la suspensión.

$$S = \frac{M_s}{M_s + (2205 - M_s/\rho_s)}$$

donde M_s es la masa de sólido.

$$S = \frac{1753}{1753 + (2205 - (1753/83.656))} = 0.445 \frac{\text{lb de sólido}}{\text{lb de suspensión}}$$

m = masa de torta húmeda / masa de torta seca

$$m = \frac{(1-\epsilon) \cdot \rho_s + \epsilon \cdot \rho}{(1-\epsilon) \cdot \rho_s}$$

$$\rho = \text{densidad del líquido} = \rho_{\text{metanol}} = 0.786 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} = 49.07 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$m = \frac{(1-0.196) \cdot (83.656) + (0.196) \cdot 49.07}{(1-0.196) \cdot 83.656} = 1.143 \frac{\text{lb torta húmeda}}{\text{lb torta seca}}$$

W = masa de sólido referida al volumen de filtrado.

$$W = \frac{S \cdot \rho}{1-S \cdot M} = \frac{0.445 \cdot 49.07}{1-0.445 \cdot 1.143} = \frac{44.44 \text{ lb de sólido}}{\text{lt}^3 \text{ de filtrado}}$$

$$K_1 = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot W}{P \cdot g_c \cdot A^2}$$

donde:

μ = viscosidad del filtrado = 0.55 cp = 1.331 lb/ft·hr

α = resistencia específica = $6 \cdot 10^{10}$ ft/lb

P = Caída de Presión = 48 6240 $\frac{\text{Nw}}{\text{m}^2} = 10157.5 \text{ lb/ft}^2$

$g_c = 4.2 \cdot 10^8 \text{ lb ft/lb h}^2$

$$k_1 = \frac{1.331 * (6 * 10^{10}) * 44.44}{10157.5 * (4.2 * 10^8) * A^2} = \frac{0.832}{A^2}$$

Considerando un espesor equivalente de 0.4 pulgadas, en este espesor la masa contenida será:

$$M_c = (1 - \epsilon) * \rho_s * A * L_e$$

Esta masa debe ser igual a la depositada por el volumen equivalente de filtrado más la masa contenida por el líquido retenido en la torta de ese espesor, así:

$$\frac{S * \rho}{1 - m_s} * V_e = W V_e \quad \text{por tanto:}$$

$$V_e = \frac{(1 - 0.196) * 83.656 * (0.4/12)}{44.44} = 0.05 \text{ ft.}$$

El volumen de filtrado que deposita 1753 lb de torta seca será:

$$V = \frac{1 - m_s}{S * \rho} * M = \frac{1753}{44.44} = 39.45 \text{ ft}^3$$

$$\Theta = \frac{k_1 - v^2}{2} + k_1 * V * V_e$$

$$1 = \frac{0.832 * (39.45)^2}{2 A^2} + \frac{0.832 * 39.45 * 0.05}{A} = \frac{647.42}{A^2} + \frac{1.64}{A}$$

$$A^2 = 647.42 + 1.64 A$$

$$A^2 - 1.64 A - 647.42 = 0$$

$$A = 26.28 \text{ ft}^2$$

Dado que la canasta es cilíndrica y suponiendo H/D= 3:

$$\text{Area de la canasta} = \pi r^2 + \pi D H = \frac{\pi}{4} D^2 + \pi D H$$

$$26.28 = \frac{\pi H^2}{36} + \frac{\pi}{3} H^2 = \left\{ \frac{\pi}{36} + \frac{\pi}{3} \right\} H^2$$

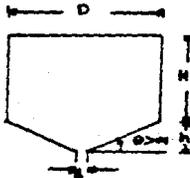
$$H = \left\{ 26.28 / \left(\frac{\pi}{36} + \frac{\pi}{3} \right) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$H = 4.8 \text{ ft}$$

$$D = 1.6 \text{ ft}$$

En la tabla 19-29 del "Chemical Engineering Hand book" de Perry and Chilton se especifica un tamaño típico de motor de 6HP para el diámetro calculado, con 4000 RPM y una fuerza centrífuga máxima por gravedad de 5500.

7.1.5.5. CALCULO DE TOLVA DOSIFICADORA.



Tolva dosificadora de NaOH, en lentejas, al reactor R-03.

α = ángulo de reposo del NaOH = 38°

Θ = ángulo que forma la pared de la tolva con el eje horizontal 43°

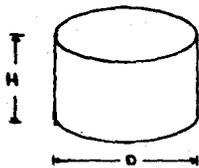
d = diámetro de la descarga.

dm = diámetro del material.

$$\tan \Theta = \frac{h}{\text{cat.ady}} \quad h = \tan \Theta \cdot \text{cat.ady.}$$

$$h = \tan 43^\circ \cdot \text{cat.ady.} = 0.932 \cdot \text{cat.ady.}$$

La parte recta se calcula de tal manera que el volumen quedaría contenido solo en esta parte:



$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H = 1.766 \text{ ft}^3.$$

$$\text{NaOH} = 2.13 \text{ kg/l}.$$

$$V = \frac{106.54 \text{ kg}}{2.13 \text{ kg/l}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 0.05 \text{ m}^3.$$

$$V = 0.05 \text{ m}^3 = 50 \text{ lt} = 1.766 \text{ ft}^3$$

H/D	D		H		AREA DEL EN VOLVENTE. ft x ft	SOBRANTE POR PLACA ft ²
	ft	pulg	ft	pulg		
1.0	1.31	15.72	1.31	15.72	4.11 x 1.31	34.62
1.5	1.14	13.68	1.71	20.52	3.58 x 1.71	33.87
2.0	1.04	12.48	2.08	24.96	3.27 x 2.08	33.19
2.5	0.96	11.52	2.40	28.80	3.02 x 2.4	32.75

Por lo anterior se elige un H/D = 2.5, por tanto las dimensiones de la tolva son:

$$D = 0.96 \text{ ft} = 11.52 \text{ pulg.}$$

$$H = 2.40 \text{ ft} = 28.80 \text{ pulg.}$$

Por otra parte, el cateto adyacente es igual al radio del cilindro.

$$\text{Cat. ady.} = \frac{D}{2} = 0.48 \text{ ft} = 5.76 \text{ pulg.}$$

$$\text{y entonces: } h = 0.932 \cdot 0.48 = 0.447 \text{ ft} = 5.364 \text{ pulg.}$$

$$d = 0.135 \text{ ft} = 1.62 \text{ pulg.}$$

7.1.6. SERVICIOS AUXILIARES

Con bases en los diagramas de flujo y los balances de materiales y energía se determinan las necesidades de servicios para la planta industrial planeada, entre los cuales se incluyen agua de proceso, --

agua de enfriamiento, vapor, electricidad, aire comprimido, combustible, ventilación y drenaje. La naturaleza y el volumen de los servicios requeridos depende de la dimensión y la localización de la planta, del proceso de elaboración seleccionado y de las fuentes accesibles de suministro de estos servicios.

Una vez conocidas las características y volúmenes requeridos de los servicios auxiliares será posible especificar los equipos que deberán instalarse en la planta para suministrar, generar o transformar estos servicios. Las especificaciones así obtenidas permitirán gestionar las cotizaciones correspondientes, para posteriormente seleccionar las unidades industriales que resulten más convenientes, de acuerdo con un análisis técnico y económico similar al descrito para la maquinaria y equipo de proceso.

Entre los equipos de servicios auxiliares que puede requerir una planta se encuentran: sistemas de bombeo, generadores de vapor, torres de enfriamiento, compresores de aire, subestaciones eléctricas, unidades de refrigeración, sistemas de tratamiento de agua, tanques de almacenamiento, colectores de polvo y ventiladores.

- TANQUE CISTERNA

Deberá tener una capacidad de 54 m^3 (1907 ft^3)

- BOMBA CENTRIFUGA.

Deberá ser de $1/8 \text{ HP}$. (calculada en 7.1.5.3.)

- LOS SERVICIOS DE DRENAJE Y ELECTRICIDAD SERAN PROPORCIONADOS POR EL PARQUE INDUSTRIAL.

7.1.6.1. CALCULO DEL COMPRESOR.

La finalidad del compresor es inyectar aire al tanque de almacenamiento de oleum, de tal manera que pueda transportarse hasta el tanque de día; esto es debido a que una bomba no resistiría por mucho tiempo a la corrosión.

Para el buen funcionamiento del equipo la presión mínima del aire sobre el fluido debe ser igual a la caída de presión en el filtro, la cual se recomienda sea de 1 kg/cm^2 (14.22 lb/pulg^2).

$$\text{HP aire} = \frac{144 \cdot Q \cdot (P_2 - P_1)}{33\,000 \cdot \eta}$$

Donde: Q = flujo manejado en ft^3/min .

P_1 = Presión de entrada = P atm = 11.37 lb/pulg^2 .

P_2 = Presión de Salida = 1.5 veces la caída de presión del filtro = 21.33 lb/pulg^2 .

η = Eficiencia = 0.6

HP = Potencia del compresor

$$Q = 9608 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \cdot \frac{1 \text{ hr.}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ lt}}{1.84 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ ft}^3}{28.32 \text{ lt}} = 3.073 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$$

$$\text{HP} = \frac{144 \cdot 3.073 \cdot (21.33 - 11.37)}{33\,000 \cdot 0.6} = 0.223$$

Por lo que se especifica un compresor comercial de $\frac{1}{2}$ HP.

La temperatura de salida del aire deberá ser 23°C . máxima.

7.1.7. DOCUMENTOS DE APOYO.

Los documentos de apoyo proporcionan la descripción operativa del proceso, y son un indicio básico para la elaboración de los manuales de operación, contribuyendo a un manejo óptimo de la planta.

El proceso para la obtención del Lauril Sulfato de Sodio consta de cuatro operaciones básicas y determinantes en la calidad del producto.

S U L F A T A C I O N .

Se carga el reactor R-01 con 264.76 kg (320 l) de alcohol Laurico, utilizando la válvula manual V-04; en este punto debe dar inicio la agitación.

Se inicia la adición de oleum, dosificado por medio del sistema de control de flujo, a una velocidad de 300.24 kg/hr; esta adición deberá durar 40 minutos y utilizar 200.16 kg (368.3 l) de Oleum.

Durante la adición debe cuidarse que la temperatura de reacción no sea mayor de 26°C, para esto deberá checarse continuamente el indicador de temperatura TI-01.

Al término de la adición (40 min), se continua con la agitación durante 10 minutos, manteniendo la temperatura en 25°C, al término de los cuales el producto intermedio obtenido deberá pasar a la siguiente etapa.

D I S O L U C I O N

Alternativamente a la sulfatación se efectua la disolución de la sosa en metanol.

Se abre la válvula V-05, de tal manera que se cargue en el reactor R-03, 505 kg (638 l) de metanol absoluto frío y se inicia la agitación.

Por medio de la tolva dosificadora T-01, se agrega lentamente el hidróxido de Sodio en lentejas, hasta que se consuman 106.54 kg.

La disolución deberá durar 60 minutos, desde la carga del metanol, hasta el inicio de la descarga de la disolución al reactor R-02.

N E U T R A L I Z A C I O N .

La neutralización se realiza en el reactor R-02, localizado en el nivel inferior, de tal forma que se abre la válvula ON/OFF, V-05, para descargar el intermediario del reactor R-01, iniciándose al mismo tiempo la agitación.

Mediante la válvula automática V-06 se inicia la adición de la disolución sosa-metanol, hasta un pH entre 7 y 8 (7.6 es el set-point) regulado por el controlador de pH (pHC-01).

Una vez alcanzado el pH, se suspende la adición y se deja descargar a la siguiente etapa.

En la neutralización es crítico mantener la temperatura máxima en 25°C.

S E C A D O .

Del reactor R-02 se descarga, mediante V-07, a el filtro centrifugo, el cual una vez cargado es encendido.

El metanol recuperado es enviado al tanque de recuperados TR-01, y de ahí, mediante la bomba B-02, recirculado a proceso.

La torta seca de Lauril Sulfato de Sodio se descarga de la canastilla del filtro y se envía a envasado y almacenamiento.

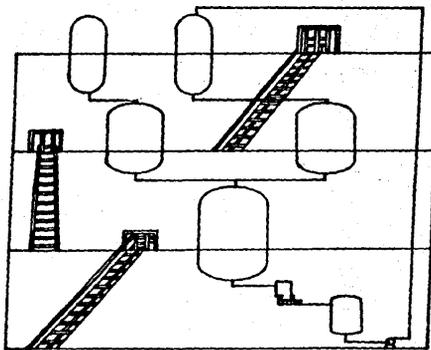
7.2. DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS.

La distribución de la maquinaria y equipo dentro y fuera de los edificios determinará en alto grado la eficiencia de la operación de la planta industrial, ya que afecta el tiempo y la longitud de los desplazamientos de materiales y operarios, así como las inversiones

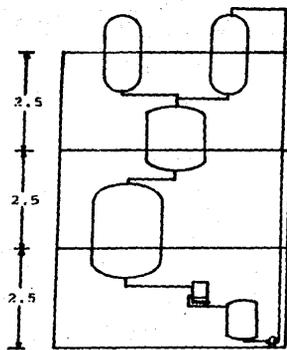
en obra civil y en equipo de transporte. Esta distribución de maquinaria y equipo debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- 1) El tipo, el tamaño y el número de máquinas y equipos que comprende el sistema de producción.
- 2) Los requerimientos de espacio libre alrededor de los equipos para su operación y mantenimiento.
- 3) El número de operarios en cada estación de trabajo.
- 4) Los espacios requeridos para almacenamiento y manejo de materiales en proceso.
- 5) Los requerimientos de espacio para las instalaciones auxiliares.
- 6) Las necesidades de espacio por razones de proceso o calidad del producto.
- 7) Los espacios requeridos por razones de seguridad industrial.
- 8) Las previsiones del espacio requerido para ampliaciones futuras en la capacidad de producción.
- 9) Las posibilidades de incorporación de innovaciones técnicas.

Los planos de distribución de los equipos elaborados tomando en cuenta los factores anteriores, servirán de base para diseñar los edificios que alojarán las áreas de proceso.



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

DIAGRAMA DE ALTURAS DEL EQUIPO PARA
 LA "PRODUCCION DE LAURIL
 SULFATO DE SODIO"

7.3 PLANOS DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Los planos de distribución de la planta sirven para establecer el tamaño, la forma y la localización de las áreas industriales dedicadas a los siguientes propósitos.

- 1) Conexión a las vías de comunicación y transporte.
- 2) Recepción de materias primas y otros insumos.
- 3) Elaboración de productos.
- 4) Servicios auxiliares.
- 5) Control de calidad e inspección.
- 6) Envases y empaque.
- 7) Almacenamiento.
- 8) Embarque de productos
- 9) Oficinas.
- 10) Servicios a empleados.
- 11) Intercomunicación en la planta.
- 12) Servicios de seguridad industrial.

La meta fundamental que se persigue al preparar un plano de distribución de una planta industrial es obtener la mejor relación entre espacio, inversión y costos de producción. Esta meta puede desglosarse en los siguientes objetivos:

- 1) Facilitar el proceso de elaboración.
- 2) Minimizar el manejo y el transporte de materiales
- 3) Permitir un fácil acceso a las operaciones.
- 4) Favorecer una alta productividad.
- 5) Obtener un buen aprovechamiento en el uso de las áreas construidas.
- 6) Permitir un alto aprovechamiento de la mano de obra.
- 7) Obtener capacidades balanceadas en los diversos departamentos.
- 8) Facilitar el acceso a la planta.
- 9) Permitir la expansión posterior de las áreas de producción y almacenamiento.
- 10) Reducir los problemas de eliminación de desechos.
- 11) Disminuir los riesgos industriales.
- 12) Proporcionar comodidad operacional a los empleados.

Para elaborar los planos de distribución de una planta industrial es necesario haber obtenido previamente los diagramas de flujo de materias primas, productos y servicios, así como el plano de arreglo de equipo y maquinaria. Además, es necesario disponer de la siguiente información.

- 1) El número total de empleados que tendrá la planta.
- 2) La lista de todas las operaciones que se efectuarán.

- 3) La clase, tamaño y número de cada departamento de producción o servicio que tendrá la planta.
- 4) El espacio requerido para almacenamiento de inventarios de materias primas, materiales en proceso, productos y herramientas.

Los planos preliminares de distribución de una planta permiten determinar las necesidades de terreno para la misma.

CAPITULO VIII

ESTUDIO ECONOMICO

8.0 ESTUDIO ECONOMICO

Para llevar a cabo la materialización de un proyecto industrial se requiere asignarle una cantidad de recursos que pueden agruparse en dos grandes grupos:

- a) Los que se requieren para la adquisición e instalación de la planta, y
- b) Los requeridos para la operación de la misma.

Los recursos necesarios para la adquisición e instalación de la planta constituyen la inversión fija del proyecto, y los que requiere la operación de la planta, una vez que se realiza el proyecto, integran el capital de trabajo.

8.1 INVERSION FIJA

La inversión fija comprende el conjunto de bienes que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa. Se adquieren generalmente durante la etapa de instalación de la planta y se utilizan a lo largo de su vida útil.

Los rubros que integran la inversión fija se suelen clasificar en tangibles e intangibles; entre los primeros están la maquinaria y el equipo, que están sujetos a depreciaciones y obsolescencia, y el terreno que no lo está, mientras que en los segundos se encuentran las patentes y los gastos de organización, que se amortizan en plazos convencionales.

Rubros que componen la inversión fija:

La cuantía relativa y la naturaleza de los rubros integrantes de la inversión fija, variarán considerablemente según los diversos tipos

de proyectos, pero en términos generales incluye el costo de los siguientes conceptos:

a) INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS PREVIOS:

La realización de estas actividades tendientes a obtener información para determinar la factibilidad en principio o para darle apoyo técnico al proyecto, tienen un costo que debe ser incluido como parte de la inversión fija involucrada en la materialización del mismo, excepto cuando dicho costo es cubierto por entidades oficiales de fomento o centros de investigación patrocinados por el estado.

En el presente caso para el estudio total de laboratorio se efectuó un gasto de \$500,000.00 (QUINIENTOS MIL PESOS 00/100 - M.N.)

b) ORGANIZACION DE LA EMPRESA:

La ejecución de un proyecto industrial suele ser precedido por la organización de una empresa particular, a menos que se trate de nuevas instalaciones para una empresa, ya constituida, aunque también en este último caso frecuentemente se reorganiza la empresa con motivo del proyecto. En ambos casos se originan gastos notariales, pago de permisos, gastos de emisión de acciones, pago de sueldos de personal administrativo y -- otros gastos, todos los cuales se engloban como gastos de organización, rubro que debe ser incluido en la estimación de la inversión fija.

Gastos Notariales	\$ 180,000.00
Pagos de Permisos.....	48,000.00
Gastos de emisión de acciones	20,000.00
Pago por asesoría legal	720,000.00
Otros (papelería, etc.)	<u>10,000.00</u>
T o t a l	\$ 978,000.00

=====

c) **PATENTES Y CONOCIMIENTOS TECNICOS ESPECIALIZADOS:**

En algunos proyectos industriales la adopción del proceso de elaboración implica la necesidad de adquirir una licencia de los propietarios de la tecnología, generalmente mediante un pago fijo inicial y pagos variables anuales por concepto de regalías, cuyo monto suele ser proporcional al volumen de producto elaborado o al valor del producto vendido. El pago inicial afecta la inversión fija y las regalías los costos de operación.

En el caso del presente estudio este rubro no involucra gastos pues la patente ha sido liberada hace mucho tiempo, y el estudio fué realizado en laboratorio, por lo cual no hay asesoría externa.

d) **ELABORACION DEL PROYECTO FINAL.**

La elaboración del proyecto final, con base en la información técnica, económica y financiera acumulada para ese propósito, implica un volumen considerable de esfuerzo por parte de un grupo generalmente numeroso de profesionistas, por lo que suele tener un costo de significación. Este costo debe ser incluido como parte integrante de la inversión fija.

e) **TERRENO PARA LA INSTALACION DE LA PLANTA:**

Aun cuando los terrenos son activos fijos que no se depresian, la adquisición del predio para la instalación de una planta industrial representa un gasto que debe incluirse en la estimación de la inversión fija. Frecuentemente las empresas adquieren terrenos con áreas superiores a sus necesidades iniciales, a fin de estar en posibilidad de efectuar ampliaciones a futuro, o bien, beneficiarse con la plusvalía de dichos terrenos.

f) **MAQUINARIA Y EQUIPO:**

En este rubro es necesario incluir no solamente el costo de toda la maquinaria y los equipos con sus refacciones y repuestos

sino también los gastos de fletes, seguros, impuestos de impor
tación y derechos aduanales y en su caso, los costos de adapta
ción.

g) **INSTALACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**

Este rubro también forma parte de la inversión fija y compren-
de los gastos de los materiales y la mano de obra de técnicos
y operarios requeridos para efectuar la instalación de la ma-
quinaria y equipo, actividad dentro de la cual se suele englo-
bar el armador y la conexión de las unidades del proceso, entre
sí y con las unidades de servicio auxiliares.

h) **OBRA CIVIL.**

La inversión fija por concepto de obra civil incluye entre o-
tros rubros, la preparación del terreno, la construcción de e-
dificios de proceso, de servicios auxiliares, de recepción y
almacenamiento y embarque de productos, de almacenamiento de
herramientas y refacciones, de laboratorios de investigación
y control de calidad, de oficinas para personal técnico y admi
nistrativo, de servicios para los empleados, de servicios de -
mantenimiento, así como la construcción de patios y la insta-
lación de servicios auxiliares externos a los edificios.

i) **SERVICIOS AUXILIARES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS:**

En este renglón incluyen los costos de la maquinaria y equipo
que se requieren para suministrar estos servicios, así como -
el de las instalaciones complementarias para los mismos, que
a su vez incluyen las redes de distribución, los instrumentos
y controles y los aislamientos. Entre la maquinaria y equipo
que caen dentro de este rubro se encuentran generadores de va
por, subestaciones eléctricas, bombas para pozos profundos, u-
nidades de refrigeración, compresores de aire, ventiladores y
extractores, sistemas contra incendio, tanques de almacenamien
to de agua y combustible, colectores de polvo y humos, siste-

mas de tratamiento de desechos, equipo de taller de mantenimiento, equipo para el manejo y transporte de materiales, equipo de oficina y equipo de laboratorio.

j) INGENIERIA, SUPERVISION Y ADMINISTRACION DE LA INSTALACION.

Este rubro comprende una serie de gastos indirectos que se estiman como un porcentaje del costo fijo de la planta, el cual a su vez, se determina sumando el monto de los costos de todos los rubros antes citados.

La ingeniería, supervisión y administración de la instalación - abarca actividades tales como la elaboración y reproducción de planos y modelos a escala, especificación detallada de maquinaria y equipo, pruebas de resistencia mecánica del terreno, obtención de información técnica de diversas fuentes, supervisión, e inspección de la realización del proyecto, construcción, operación y mantenimiento de obras temporales, adquisición y mantenimiento de maquinaria y herramientas para la construcción y gestión de permisos y licencias.

k) PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA.

Los costos de la puesta en marcha de la planta se refieren a desembolsos que se requieren para cubrir los gastos fijos y los consumos de mano de obra, materias primas y otros insumos durante -- las pruebas y ajuste de la maquinaria y equipo, hasta que se obtienen los rendimientos y las características del producto.

l) IMPREVISTOS Y CONTINGENCIAS.

La inclusión de este rubro se debe a la imposibilidad de prever todos los eventos externos que pueden afectar el costo del proyecto, así como la inconveniencia de gastar demasiado esfuerzo, en establecer absolutamente todos los rubros menores de la inversión. Dependiendo del grado de aproximación que se --

haya dado a la estimación de los diversos rubros que componen la inversión fija, variará el monto de los recursos que se asignen a este respecto.

Estimación de la Inversión Fija Desglosada, Mediante el Uso de Factores.

En este método se utiliza como base el costo total del equipo de proceso, el cual se multiplica por una serie de factores para estimar cada uno de los principales rubros de la inversión fija. - El valor de estos factores depende del estado físico de las materias primas y productos que se manejan en la planta. La tabla 8.1 agrupa los factores.

TABLA 8.1

CONCEPTO	Sólido	Sólidos y Líquido	Líquidos y gases
1 Costo total equipo	1.00	1.00	1.00
2 Transportes seguros, impuestos y derechos aduanales por equipo nacional	0.05	0.05	0.05
3 Gastos de instalación	0.35	0.30	0.35
4 Tuberías	0.10	0.30	0.60
5 Instrumentación	0.05	0.15	0.30
6 Aislamientos	0.05	0.05	0.10
7 Instalaciones eléctricas	0.10	0.15	0.15
8 Edificios y servicios	0.35	0.30	0.20
9 Terreno y su acondicionamiento	0.10	0.10	0.10
10 Servicios auxiliares e implementos planta	<u>0.20</u>	<u>0.30</u>	<u>0.40</u>
Costo físico de la planta	2.65	3.00	3.55
Ingeniería y Supervisión construcción	0.55	0.65	0.75
Imprevistos	<u>0.50</u>	<u>0.60</u>	<u>0.65</u>
INVERSION FIJA	<u>3.70</u>	<u>4.25</u>	<u>4.95</u>

Es conveniente señalar que en este método se considera el costo del terreno (rubro 9) como un porcentaje del costo del equipo, sin embargo, esta consideración es solo un punto de referencia, ya que en la práctica el costo del terreno es función de la ubicación específica del mismo y de las características que tenga y guarda relación con el costo del equipo

EQUIPO DE PROCESO Y ALMACENAMIENTO

C L A V E	DESCRIPCION	C O S T O (miles de pesos)
R-01	Reactor vidriado, cap. 1000 l (35.31 ft ³)	7,982.70
R-02	Reactor, cap. 20000 l (70.63 ft ³)	3,170.61
R-03	Reactor, cap. 1000 l (35.31 ft ³)	3,000.00
TD-01	Tanque de día, cap. 1863.6 l (66.8 ft ³)	853.44
TD-03	Tanque de día, cap. 1467.4 l (51.82 ft ³)	568.96
TD-03	Tanque de día cap, 3228.2 lt (114.0 ft ³)	853.44
TR-01	Tanque de recuperados, cap. 2288.5 l (80.8ft ³)	853.44
TA-01	Tanque de almacenamiento, cap. 28000 l (88.7ft ³)	7,888.65
TA-02	Tanque de almacenamiento, cap. 22600 l (798 ft ³)	7,616.49
B-02,03	Bomba 1/8 Hp	2,678.00
B-01	Bomba 1/2 Hp	1,339.00
FC-01	Filtro centrífugo	3,996.00
TD-01	Tolva dosificadora	379.31
C-01	Compresor 1/2 hP	5,721.00
	COSTO TOTAL DEL EQUIPO	40,754.04

INVERSION FIJA

CONCEPTO	FACTOR	C O S T O (miles de pesos)
1) Costo total del equipo	1.0	40,754.0
2) Transportes, seguros, impuestos y derechos aduanales por equipo nacional	0.05	2,037.70
3) Gastos de instalación	0.30	12,226.21
4) Tuberías	0.30	12,226.21
5) Instrumentación	0.15	6,113.11
6) Aislamientos	0.05	2,037.70
7) Instalaciones eléctricas	0.15	6,113.11
8) Edificios y servicios	0.30	12,226.21
9) Terreno y su acondicionamiento	0.10	4,075.40
10) Servicios auxiliares en implementos planta	0.30	12,226.21
COSTO FISICO DE LA PLANTA	3.00	110,035.91
Ingeniería y Supervisión		
Construcción	0.65	26,490.13
Imprevistos	0.60	24,452.42
INVERSION FIJA		160,978.46 *****

8.2.1 PRESUPUESTO DE INGRESOS

Como se señaló anteriormente, del estudio del mercado de consumo se obtienen proyecciones de los volúmenes de venta del producto, o productos que elaboraría la planta y también se obtienen proyecciones de los precios probables para los mismos. Con base en el programa de instalación y puesta en marcha de la planta y en las proyecciones volúmenes de ventas de productos, antes mencionados, se prepara un programa tentativo de producción para la planta el cual permitirá estimar el presupuesto de ingresos, multiplicando los volúmenes anuales de la producción que se espera vender por los precios de venta correspondientes.

Considerando índices de precios a pesos constantes y en función del costo del producto en 1986, se obtiene el precio de venta probable a futuro.

AÑO	PRODUCCION (kg)	\$ Kg	T O T A L (miles de pesos)
1989	868,210	5,392.57	4,681,883.20
1990	911,620	7,073.26	6,448,125.28
1991	957,200	9,253.67	8,857,612.92
1992	1005,060	12,067.73	12,128,792.71
1993	1055,310	15,691.96	16,559,882.31

8.2.2 PRESUPUESTO DE EGRESOS

Los volúmenes anuales de producto previstos en el programa tentativo de producción, junto con los balances de materia y energía obtenidos en el estudio de ingeniería, sirven de base para estimar los presupuestos de egresos para los primeros años de operación de la --

planta. Para ello, se multiplican los volúmenes anuales de producto por los consumos unitarios y luego por los costos unitarios de los mismos, - que intervienen en la elaboración del producto, obteniéndose de esta manera los costos variables de operación. A estos costos se les agregan - los cargos fijos de inversión y de operación para obtener los costos de fabricación o manufactura. Al adicionar los gastos generales a los costos de fabricación se obtienen los egresos totales de operación de la -- planta, antes de impuestos.

Los diversos elementos de costo que integran los egresos totales de la - planta pueden agruparse en los siguientes rubros:

- a) Costos variables de operación.
- b) Cargos fijos de inversión
- c) Cargos fijos de operación
- d) Gastos generales.

A.- COSTOS VARIABLES DE OPERACION.

Los costos variables de operación son aquellos directamente involucrados en la elaboración y venta del producto y, por ello, tienden a variar con el volumen de producción. Estos costos se derivan del pago de los siguientes rubros:

- a) Materias primas y reactivos de proceso.
- b) Mano de obra de operación
- c) Personal de supervisión
- d) Servicios auxiliares (agua, energía eléctrica, combustible, etc).
- e) Mantenimiento y reparación
- f) Suministros de operación
- g) Regalías
- h) Impuestos sobre ventas

a) MATERIAS PRIMAS Y REACTIVOS DE PROCESO.

El costo de las materias primas se determina tomando en cuenta su precio de adquisición, su consumo por unidad de producto y el volumen total de producción previsto. El primero de estos conceptos se deri-

va del estudio de disponibilidad de materia prima, y debe incluir el costo de su manejo y transporte desde el lugar donde se produce hasta la planta, así como su costo de almacenamiento hasta que se consume.

El consumo de materias primas y reactivos por unidad de producto elaborado se deriva de los balances de materiales, realizados como parte de la ingeniería del proyecto. Los volúmenes de producto se obtienen del programa de producción establecido de acuerdo con lo expuesto al inicio de este capítulo.

AÑO	COSTO DE MAT.PRIMA POR KG. PRODUCIDO (PESOS) *	VOLUMEN DE PRODUCCION (Kg. DE PROD.)	COSTO DE PRODUCCION (MILES DE PESOS)
1989	1800.92	868,210	1'563,576.75
1990	2362.21	911,620	2'153,437.88
1991	3090.29	957,200	2'958,121.31
1992	4030.18	1005,060	4'050,572.71
1993	5240.55	1055,310	5'530,404.82

* Incluida la transportación

B) MANO DE OBRA DE OPERACION

El número de técnicos y operarios requeridos para la operación de planta, su nivel de preparación general y su grado de especialización varían de acuerdo con la naturaleza del proceso de producción y la capacidad de operación. Cabe señalar sin embargo, que un determinado número de técnicos y operarios se preestablece y se mantiene como una base fija para cada período anual, independientemente del volumen de producción. A esta base fija se incorpora el personal necesario de

acuerdo con el nivel de operación de la planta. La dimensión probable del personal de operación se establece cuando se estudia la ingeniería del proyecto, con base en el diagrama de operación y los planos de distribución de maquinaria, equipo y áreas de trabajo.

C A R G O	S U E L D O / AÑO (miles de pesos)
4 operarios encargados del proceso	4,800
4 obreros generales	3,840
2 almacenistas	3,360
2 técnicos laboristas	3,360
T O T A L	15,360 *****

A Ñ O	S U E L D O (miles de pesos)
1986	15,360
1987	18,816
1988	22,304
1989	25,760
1990	29,216
1991	32,672
1992	36,160
1993	40,020

Obtenidos en base a los índices de precios consultados en el Banco de México.

C.- PERSONAL DE SUPERVISION

En adición a los técnicos de operación se requiere personal para

la supervisión de la producción en una dimensión y con un grado de preparación que depende del volumen de mano de obra utilizado en la planta, de la complejidad de las operaciones y del nivel de calidad de producto que demanda el mercado.

CARGO	S U E L D O (PESOS)
1 Gerente General	19'600,000.00
1 Gerente de Producción	

A N O	S U E L D O (miles de pesos)
1986	24,024
1987	29,447
1988	34,870
1989	40,293
1990	45,715
1991	51,069
1992	56,561
1993	63,643

d) SERVICIOS AUXILIARES.

El costo de los servicios auxiliares, entre los cuales se encuentran, agua, energía eléctrica, etc., varía considerablemente en función de la naturaleza del proceso, de la localización de la planta y del volumen de producción. Este costo también está determinado por la fuente de suministro, ya sea que la planta compre el servicio, lo transforme, o lo genere para su autoconsumo.

AÑO	COSTO DE SERVICIOS AUXILIARES (MILES DE PESOS)
1987	7,806.0
1988	10,929.0
1989	15,300.0
1990	21,421.0
1991	29,989.0
1992	41,985.0
1993	58,780.0

Obtenidos en base a proyección de índices de precios.

e) **MANTENIMIENTO Y REPARACION.**

Para que una planta industrial opere eficientemente es necesario efectuar gastos de mantenimiento y reparación, cuyo monto depende de las condiciones de operación, incluyendo presión, temperatura, velocidad de desplazamiento de partes de equipos y de materiales en proceso o manejo, de las características de los materiales manejados y de la intensidad de operación de las instalaciones industriales; estos costos incluyen los cargos por materiales, mano de obra y supervisión -- empleados en las operaciones sistemáticas de mantenimiento y en las reparaciones de emergencia.

El costo anual de mantenimiento y reparación se puede considerar del 15% de la inversión fija, es decir \$25,980,700

f) **SUMINISTROS DE OPERACION**

Los suministros de operación, llamados también implementos de -- planta, son aquellos productos misceláneos que se requieran para operar eficientemente las plantas y que no forman parte de las materias primas, ni de los materiales de mantenimiento.

En este rubro se incluyen productos tales como lubricantes, materiales de limpieza y artículos para protección y aseo de los operarios.

Cuando no se dispone de información más precisa, el costo de los su ministros de operación puede estimarse en alrededor del 15% del costo total de mantenimiento y reparación, es decir \$3,897,105.

g) REGALIAS

Cuando la planta se proyecta para operar con un proceso amparado con una o más patentes vigentes en el país, donde se desea realizar el proyecto, es necesario establecer pláticas con los propietarios - de dichos patentes, a fin de conocer los términos bajo los cuales se podrían obtener licencia para utilizar ese proceso.

Frecuentemente estos términos incluyen el pago de regalías, cuyo monto se suele establecer como un porcentaje del valor de la producción, mismo que generalmente es del orden del 1 al 3%.

En el presente caso este rubro no involucra gastos.

B.- CARGOS FIJOS DE INVERSION

Estos cargos son una consecuencia de la inversión fija y por lo tanto tienden a permanecer constantes, independientemente del volumen de producción. Los más importantes son los siguientes:

- a) Depreciaciones y amortizaciones
- b) Impuestos sobre la propiedad.
- c) Seguros sobre la planta

a) Depreciaciones y amortizaciones.

La disminución en el valor de los activos fijos de la planta durante su vida útil se denomina depreciación y junto con las amortizaciones de los activos intangibles, representa un costo que debe ser incluido en la estimación de los egresos. Las tasas de depreciación y las de amortización son establecidas por las dependencias fiscales del país, ya que afectan el monto de las utilidades gravables.

En algunos países la tasa de depreciación anual para maquinaria y equipo de proceso es del orden del 7%. En nuestro país es del orden del 9%; para equipos de alto desgaste, incluyendo equipo de transporte, es del orden del 20%; mientras que para la obra civil es del orden del 3% de las inversiones correspondientes.

Conviene señalar que en lo general a la inversión en terrenos no se le aplica tasa de depreciación alguna, ya que éstos suelen incrementar su valor conforme pasa el tiempo.

Los gastos de organización, los de ingeniería, los de prueba y puesta en marcha de la planta, los de la adquisición de tecnología, y otros gastos relacionados con la realización del proyecto que no se traducen en activos tangibles, se amortizan a una tasa generalmente del orden de 5 a 20% anual.

AÑO \ TASA	DEPRECIACIONES		AMORTIZACIONES	CARGOS FIJOS DE INVERSION TOTALES
	EQUIPO DE PROCESO	OBRA CIVIL	GASTOS PREOPERATIVOS Y ARRANQUE	
	9%	3%	9%	
1989	3'667,864	366,786	3'572,491	7'607,141
1990	3'667,864	366,786	3'572,491	7'607,141
1991	3'667,864	366,786	3'572,491	7'607,141
1992	3'667,864	366,786	3'572,491	7'607,141
1993	3'667,864	366,786	3'572,491	7,607,141

b) IMPUESTOS SOBRE LA PROPIEDAD

El monto anual de los impuestos sobre la propiedad también depende de las leyes fiscales vigentes en el lugar donde se proyecta localizar la planta. En algunos lugares estos impuestos alcanzan un nivel del 4% anual sobre el valor de la inversión fija, como sucede en áreas urbanas de algunos países, reduciéndose a tasas de 1 a 2% anual en zonas poco desarrolladas; encontrándose también áreas que se desea desarrollar industrialmente, en donde se exime a las empresas del impuesto sobre la propiedad por un período hasta de 5 años, en cuyo caso se encuentra este proyecto.

c) SEGUROS SOBRE LA PLANTA

Con el fin de proteger la inversión en una planta industrial, esta se suele asegurar, a un costo que varía con el nivel de riesgo que represente su operación y con la disponibilidad de medios de protección. Este costo suele representar un egreso anual del orden de 1% de la inversión fija; es decir \$ 1'732,047.

C.- CARGOS FIJOS DE OPERACION

Son aquellos cargos necesarios para coordinar los servicios de la planta, impartir seguridad industrial y proporcionar servicios a los empleados de la planta. Se incluyen en este rubro los gastos por concepto de superintendencia de planta, laboratorios de control de calidad, servicios de vigilancia, etc.

El egreso que estos cargos representan está íntimamente relacionado con el volumen de mano de obra utilizada en la planta, estos cargos suelen variar entre el 30 y el 60% del costo anual de la mano de obra de operación, supervisión y mantenimiento.

AÑO	CARGOS FIJOS DE OPERACION (MILES DE PESOS)
1989	39,631.8
1990	44,958.6
1991	50,244.6
1992	55,632.6
1993	61,597.8

D.- GASTOS GENERALES

Son aquellos gastos necesarios para hacer llegar el producto al mercado, mantener la empresa en posición competitiva y lograr una operación rentable. Se incluyen en este rubro:

- a) Los gastos administrativos.
- b) Los gastos de distribución y venta
- c) Los gastos de investigación y desarrollo

a) GASTOS ADMINISTRATIVOS

Son los egresos por concepto de sueldos del personal de administración contabilidad y compras, gastos de asesorías legales, gastos de servicios técnicos, mantenimiento y suministros de oficinas, comunicaciones, etc. Cuando no se cuenta con datos más precisos se puede presuponer que su monto es del orden de 5 a 10% de los ingresos por ventas.

AÑO	GASTOS ADMINISTRATIVOS (MILES DE PESOS)
1989	351,141.24
1990	483,609.40
1991	664,320.97
1992	909,659.45
1993	1'241,991.17

b) GASTOS DE DISTRIBUCION Y VENTA

Comprende los gastos derivados del conjunto de actividades que tienen como propósito hacer llegar el producto hasta el consumidor, tales como el pago de los sueldos, los gastos derivados de la adquisición de materiales y otros gastos de las oficinas de ventas, el pago de comisiones a los vendedores, los gastos de embarque y distribución del producto, así como los gastos de publicidad y asistencia técnica a los consumidores. El orden de magnitud de estos gastos en lo general varía entre el 5 y el 25% del costo total del producto.

c) Gastos de investigación y desarrollo

Estos gastos son aquellos en los que se incurre para introducir eficiencia en la tecnología de producción y en el desarrollo de nuevos productos o de nuevos usos para el producto, todo ello para mantener y mejorar la posición de la empresa en el mercado. El orden de estos gastos se considera del 2 al 5% del total de las ventas.

AÑO	Gastos de Investigación y desarrollo (Miles de Pesos)
1989	140,456.50
1990	193,443.76
1991	265,728.39
1992	363,863.78
1993	496,796.47

8.3. PUNTO DE EQUILIBRIO

En el estudio de un proyecto industrial es importante determinar el volumen de producción al que debe trabajar la planta para que sus ingresos sean iguales a sus egresos es decir, el volumen de producción mínimo a partir del cual se obtienen utilidades para una combinación - dada de precios de adquisición de los insumos y precios de venta de los productos. Al punto en el cual los ingresos son iguales a los egresos se le denomina punto de equilibrio y al nivel de producción en que se obtiene este equilibrio se le llama capacidad mínima económica de operación.

Para determinar el punto de equilibrio se utilizan dos métodos, el gráfico y el analítico; se utilizará el gráfico, ya que aunque es más laborioso también es más ilustrativo.

COSTOS PARA LA DETERMINACION DEL
PUNTO DE EQUILIBRIO

CONCEPTO (MILES DE PESOS)	AÑO	
	1989	1991
I.- COSTOS VARIABLES		
A.- Costos Directos de Operación		
1.- Materias Primas	1,563,577	2,958,121
2.- Mano de Obra de Producción	25,760	32,672
3.- Personal de Supervisión	40,293	51,069
4.- Servicios Auxiliares	15,300	29,989
5.- Mantenimiento y Reparación	25,981	25,981
6.- Suministros de Operación	3,897	3,897
7.- Regalías	---	---
T O T A L COSTOS VARIABLES	1,674,808	3,101,729
II. COSTOS FIJOS.		
A.- Cargos Fijos de Inversión		
1.- Depreciaciones y Amortizaciones	7,607	7,607
2.- Impuestos sobre la Propiedad	---	---
3.- Seguros Sobre la Planta	1,732	1,732
T O T A L	9,339	9,339
B.- Cargos Fijos de Operación	39,632	50,245
T O T A L	39,632	50,245
C.- Gastos Generales		
1.- Gastos Administrativos	351,141	664,321
2.- Gastos de Distribución y Venta	251,221	465,259
3.- Gastos de Investigación y Desarrollo	140,456	265,728
T O T A L	742,818	1,395,308
T O T A L COSTOS FIJOS	791,789	1,454,892
GRAN TOTAL	2,466,597	4,556,621

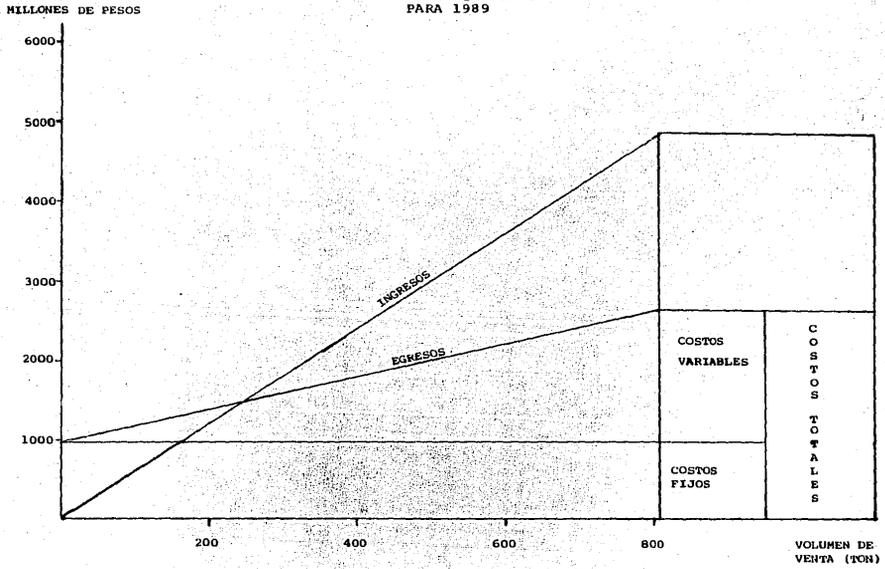
Primero se procede a agrupar los costos en variables y fijos, como se muestra en la tabla 8.2.

Después se grafican los ingresos y los egresos. En el punto donde se intersectan la línea de ingresos y la línea de egresos se encuentra localizado el punto de equilibrio económico. La abscisa correspondiente a este punto de equilibrio es la capacidad mínima económica de operación. A la izquierda de este punto se tendrían pérdidas y a la derecha utilidades (ver gráfica 8.1 y 8.2).

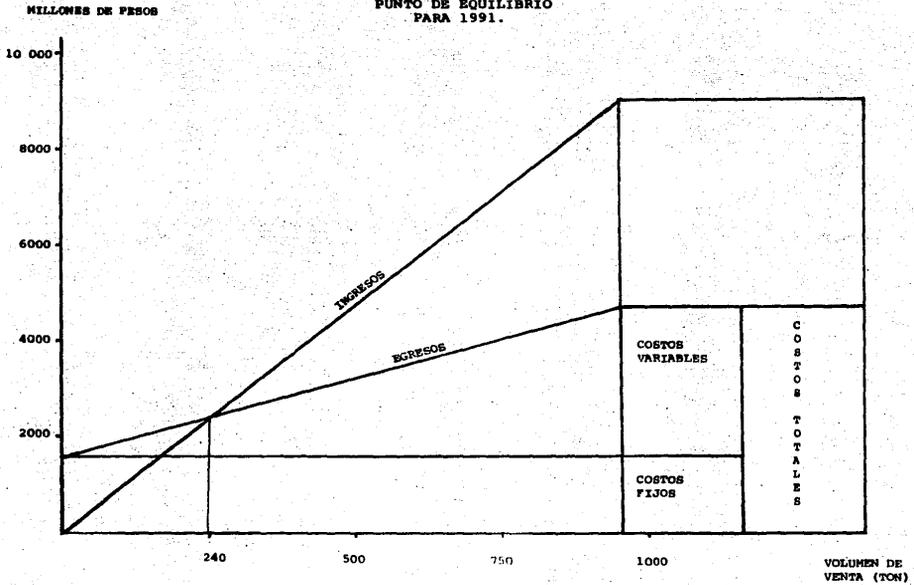
Puede observarse en la gráfica 8.1, que al 80% de la capacidad instalada se tiene el punto de equilibrio en 238 toneladas, lo que corresponde a 79 días (2.6 meses) de lo que se induce que la planta puede ser rentable.

Evidentemente en los años subsecuentes tanto la rentabilidad como las utilidades deberán crecer (gráfica 8.2).

GRAFICA 8.1
 PUNTO DE EQUILIBRIO
 PARA 1989



GRAFICA 8.2
 PUNTO DE EQUILIBRIO
 PARA 1991.



8.4 CAPITAL DE TRABAJO

Se llama capital de trabajo a los recursos económicos que utilizan las empresas para atender las operaciones de producción, distribución y venta de los productos elaborados.

En la industria manufacturera no basta contar con los equipos e instalaciones para tener producción, es preciso mantener un acopio de materias primas, repuesto y materiales diversos en almacén, así como productos en tránsito para distribución, recursos para financiar las cuentas por cobrar, y efectivo en caja para hacer frente a pagos y gastos de operación, todo lo cual representa el capital de trabajo.

La suma de inversión fija y capital de trabajo representa la inversión total de capital de un proyecto industrial.

ESTIMACION DEL CAPITAL DE TRABAJO:

Los principales renglones que es necesario considerar para estimar el capital de trabajo son los siguientes:

- a) Inventario de Materias Primas.
- b) Inventario de Productos en Proceso.
- c) Inventario de Producto Terminado.
- d) Cuentas por Cobrar.
- e) Dinero en efectivo.
- f) Cuentas por pagar

a) INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS.

El valor de este inventario es función del precio y el volumen de materia prima que es necesario tener en la planta para lograr una operación continua de la misma. Este volumen de materia prima dependerá de los siguientes factores:

- a) Capacidad de operación de la planta.

- b) Lapso de tiempo requerido para el suministro.
- c) Disponibilidad de materia prima por parte de los proveedores.
- d) Diversidad de fuentes de suministro.
- e) Capacidad de producción de los proveedores.
- f) Características de la materia prima.
- g) Volúmenes mínimos económicos de adquisición.
- h) Costos de Almacenamiento en la planta.
- i) Periodo de disponibilidad anual de la materia prima.

La producción de un lote de 750 kg se efectúa en 8 horas efectivas de trabajo continuo por lo cual, y debido al tipo de materiales a trabajar, el periodo de almacenamiento de materias primas se consideró de 30 días de producción.

De acuerdo a lo anterior, el costo de materias primas almacenadas por kilo de producto es de \$11,071.

b) INVENTARIO DE PRODUCTOS DE PROCESO.

Este rubro tiene mayor significación en el caso de la manufactura de productos que requieren de un tiempo de elaboración largo, y particularmente cuando los insumos son de alto costo, como sucede en la fabricación de bienes de capital. Para determinar el monto de este concepto se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- a) Tiempo de elaboración requerido por unidad de producto.
- b) Volumen de producción.
- c) Insumo que requiere la elaboración del producto.
- d) Costo unitario de los insumos.
- e) Ritmo de suministro de cada insumo.

Cuando no se dispone de elementos suficientes para efectuar la estimación del valor del inventario de producto en proceso, con base en los factores antes señalados, se puede obtener un orden de magnitud de este concepto, multiplicando la capacidad de producción diaria por el costo unitario de manufactura del producto.

c) INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO.

La cantidad de producto almacenado debe estar en armonía con el ritmo de ventas. En la determinación del volumen de producto que debe formar este inventario es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Las fluctuaciones en el nivel de ventas.
- b) Las características del producto.
- c) El costo de almacenamiento del producto.
- d) La diversidad de productos a elaborar en la planta.
- e) El costo de manufactura de los productos.
- f) La capacidad de producción de la planta.
- g) La capacidad financiera de la empresa.
- h) La dimensión del lote mínimo económico de producción.

En los estudios exploratorios sobre proyectos industriales, en ausencia de datos específicos, el valor del inventario del producto se considerará igual a 15 días de producción valuado al costo de manufactura.

d) CUENTAS POR COBRAR.

Principalmente por razones de competencia en el mercado, las empresas venden sus productos dando un plazo a los compradores para efectuar sus pagos, lo que hace necesario incrementar el capital de trabajo para cubrir este concepto. La dimensión de estas cuentas por cobrar dependerá del nivel de ventas de la empresa, del precio de venta del producto y de los plazos de pago establecidos para el tipo de producto que pretenden elaborar. Se consideran 30 días de producción al precio de venta.

e) EFECTIVO EN CAJA.

Todas las empresas requieren para su operación de dinero en efectivo, en caja o en cuenta corriente, para el pago de sueldos y salarios, y para cubrir gastos menores e imprevistos en servicios

y materiales. La cantidad de dinero en efectivo que se requiere tener en función del tamaño de la planta, de la complejidad de la empresa, del número de empleados que tiene, la diversidad de productos que elabora, la diversidad y capacidad financiera de los proveedores que la abastecen y la forma de pago de los insumos

En algunos casos el efectivo en caja se puede estimar de una manera preliminar considerando 15 días de producción valuada - al costo de manufactura.

f) CUENTA POR PAGAR.

El monto del capital de trabajo se reduce a través del financiamiento de la operación de la empresa por los proveedores de los insumos, lo cual generalmente no le representa costo adicional alguno por concepto de intereses. La magnitud de estas cuentas por pagar depende principalmente de los volúmenes de producción, los plazos de pago que le otorguen los proveedores a la empresa y la diversidad y capacidad financiera de los proveedores de los insumos. Se considerará equivalente al monto de materias primas necesarias para una semana de producción.

En resumen, de lo anteriormente señalado, se deduce que el capital de trabajo de una planta industrial se determina sumando el valor de los inventarios en materias primas, productos en proceso, productos terminados, efectivo en caja y cuentas por cobrar, y restando a esta suma el monto de las cuentas por pagar.

La suma de la inversión fija y el capital de trabajo representa la inversión total que se habrá de requerir para llevar a cabo el proyecto.

$$I_t = I_f + C_t$$

Cantidades de Reactivos necesarios para la producción de 1 kg. de Lauril Sulfato de Sodio.

REACTIVOS	kg.	\$/kg.	\$ TOTALES
Alcohol Laurico	0.645	1001	645.65
Oleum	0.339	55	27.97
NaOH	0.138	373	51.47
MeOH	0.110	59	<u>12.98</u>
T O T A L			\$ <u>738.06</u>

PRESUPUESTO DE CAPITAL DE TRABAJO PARA LA OPERACION DE
LA PLANTA (MILES DE PESOS)

CONCEPTO	AÑO	1989	1990	1991	1992	1993
INVENTARIOS		307,494.0	389,610.0	518,513.2	660,215.4	853,651.0
MATERIAS PRIMAS		162,082.8	212,598.8	278,126.0	362,716.2	471,649.4
PRODUCTOS EN PROCESO		25,660.8	33,189.6	45,072.6	55,781.1	71,625.3
PRODUCTO TERMINADO		119,750.4	154,884.8	210,338.8	260,311.8	334,251.4
CUENTAS POR COBRAR		485,331.2	636,593.4	832,830.2	1,086,095.6	1,412,276.4
EFFECTIVO EN CAJA		119,750.4	154,884.8	210,338.8	260,311.8	334,251.4
CUENTAS POR PAGAR		37,819.3	49,606.4	64,896.1	84,633.8	110,051.5
CAPITAL DE TRABAJO		950,394.9	1,631,367.8	2,150,114.5	2,770,095.7	3,587,756.4

8.5 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA

Para estimar la situación económica de la planta Industrial en sus primeros años de operación es necesario preparar Balances y Estados Proforma de Pérdidas y Ganancias.

Los Estados Financieros de Pérdidas y Ganancias incluyen básicamente los siguientes rubros:

- a) Valor de las Ventas netas.
- b) Costo de lo vendido.
- c) Utilidad Bruta por ventas.
- d) Gastos por Ventas y Administración.
- e) Gastos Financieros.
- f) Utilidades de Operación.
- g) Productos Financieros.
- h) Utilidades antes de Impuestos.
- i) Impuestos sobre utilidades.
- j) Participación de Utilidades al Trabajador.
- k) Utilidades Netas.

El valor de las ventas netas se obtiene multiplicando el volumen de ventas por el precio de venta y restando al resultado el importe de las devoluciones y el monto de los descuentos concedidos.

El costo de lo vendido se obtiene sumando primero los diversos ingredientes de costo en que se incurre durante la manufactura del volumen total de producción para obtener el costo de lo producido, y sumando a este el incremento o reducción en el valor de los inventarios de producto.

La Utilidad Bruta por ventas se obtiene restando al valor de las ventas netas, el costo de lo vendido.

Las utilidades de operación son el resultado obtenido al restar a

las utilidades brutas por ventas tanto los gastos derivados de las ventas y de administración de la empresa, como los gastos financieros, originados en los intereses pagados por los créditos que gravitan sobre la empresa.

La utilidad antes de impuestos, o utilidad gravable, se obtiene sumando a las utilidades de operación, los productos financieros, obtenidos al invertir las reservas de la empresa en valores.

Las utilidades netas o utilidades por distribuir, se calculan restando a las utilidades gravables tanto los impuestos que sobre dichas utilidades señalen las leyes hacendarias, como el monto de la participación de utilidades que correspondería, en su caso, a los trabajadores de la empresa.

BALANCES GENERALES PROFORMA

Los Balances Generales Proforma contienen los rubros que constituyen, por un lado, los activos de la empresa, es decir, las propiedades y derechos que adquiriría, en caso de que se llevase a cabo el proyecto, y por otro lado, los pasivos de la misma, es decir, las obligaciones financieras que contraería a través de préstamos. Así mismo, estos balances contienen los rubros que dan origen al capital contable, el cual representa la participación directa de los socios en la propiedad de la empresa.

I) ACTIVOS DE LA EMPRESA.

Los activos de la empresa son de tres clases:

- 1) Activo Circulante.
- 2) Activo Fijo.
- 3) Otra clase de Activos.

1) **ACTIVO CIRCULANTE.-** Está constituido por aquellos bienes y recursos que son o pueden convertirse fácilmente en efectivo a través de las operaciones de la empresa. Es decir, está

constituido por los siguientes conceptos:

- a) Efectivo en caja y Bancos.
- b) Monto de las cuentas por cobrar
- c) Valor de los inventarios.

2) ACTIVO FIJO.- Está formado por aquellos bienes físicos que se utilizarán en las actividades productivas y comerciales de la empresa. Los bienes que forman el activo fijo son los siguientes:

- a) Terrenos.
- b) Edificios y Construcciones.
- c) Maquinaria y Equipo.
- d) Equipo de Transporte
- e) Equipo de Oficina

3) OTRA CLASE DE ACTIVOS.- Conviene señalar que algunos rubros que forman parte de la inversión fija no forman parte del Activo Fijo. Tal es el caso de los gastos de organización, licencias de proceso y gastos preoperatorios, que se engloban en el rubro de otra clase de activos. Estos activos se amortizan en periodos convencionales, dentro de los límites fijados por las leyes fiscales.

II) PASIVOS DE LA EMPRESA:

Los pasivos de la empresa son de dos clases:

- 1) Pasivo Circulante.
- 2) Pasivo Fijo.

1) PASIVO CIRCULANTE.- Está constituido por aquellas deudas - que la empresa deberá pagar en un plazo no mayor de un año, e incluye los siguientes renglones:

- a) Créditos bancarios a corto plazo.
- b) Crédito de Proveedores de insumos.
- c) Amortización anual de créditos a largo plazo.

- d) Previsión para impuestos.
- e) Dividendos previstos por repartir.

2) PASIVO FIJO.- Está integrado por las deudas que contraiga la empresa con instituciones bancarias o financieras y proveedores de maquinaria y equipo, con motivo de la adquisición de activos fijos, y - cuyo periodo de amortización o vencimiento sea superior a un año.

III) CAPITAL CONTABLE.- El capital contable de la empresa estará constituido por las aportaciones efectivas de los socios de la -- misma, conocido como Capital Social Suscrito y Pagado, más las reservas legales para contingencias o reinversión, más el superávit o el - déficit, que resulte de los ejercicios anteriores.

PRESUPUESTO DE EGRESOS TOTALES DE OPERACION PARA LA PLANTA INDUSTRIAL

CONCEPTO	1989	1990	1991	1992	1993
PRECIO DE VENTA (\$/Kg)	5,392,57	7,073.26	9,253,67	12,067.73	15,691.96
VOLUMEN DE VENTAS (kg)	847,210	890,620	936,200	984,060	1,034,310
VOLUMEN DE PRODUCCION (kg)	868,210	911,620	957,200	1,005,060	1,055,310
MATERIAS PRIMAS Y REACTIVOS	1,994,993	2,551,186	3,337,512	4,352,594	5,659,793
SERVICIOS AUXILIARES	15,300	21,421	29,989	41,985	58,780
COSTOS VARIABLES (MILES DE PESOS)	2,010,293	2,572,607	3,367,501	4,394,579	5,718,573
MANO DE OBRA Y SUPERVISION	66,053	74,931	83,741	92,721	103,663
MANTENIMIENTO Y SUMINISTROS	29,878	29,878	29,878	29,878	29,878
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	7,607	7,607	7,607	7,607	7,607
SEGUROS	1,732	1,732	1,732	1,732	1,732
CARGOS FIJOS DE OPERACION	39,632	44,959	50,245	55,633	61,598
COSTOS FIJOS (MILES DE PESOS)	78,849	84,176	89,462	94,850	100,815
ADMINISTRACION Y VENTAS	602,362	825,559	1,129,580	1,546,432	2,100,250
INVESTIGACION Y DESARROLLO	140,456	193,444	265,728	353,864	496,796
GASTOS GENERALES (MILES DE PESOS)	742,818	1,019,003	1,395,308	1,910,296	2,597,046
COSTOS TOTALES DE OPERACION (MILES)	2,831,960	3,675,786	4,852,271	6,399,725	8,416,434
COSTO UNITARIO (\$/kg)	3,261.84	4,032.15	5,069.23	6,367.50	7,975.32
COSTO UNITARIO DE LO VENDIDO (\$/kg)	3,342.69	4,127.22	5,182.94	6,503.39	8,137.24

ESTADOS PROFORMA DE RESULTADOS PARA LA OPERACION PREVISTA DE LA PLANTA INDUSTRIAL. (MILES DE PESOS).

C O N C E P T O	1989	1990	1991	1992	1993
VOLUMEN DE VENTAS (Kg)	847,210	890,620	936,200	984,060	1,034,310
PRECIO DE VENTA (\$/kg)	5,392.57	7,073.26	9,253.67	12,067.73	15,691.96
VALOR DE VENTAS	4,568,639	6,299,587	8,663,286	11,875,370	16,230,351
COSTOS VARIABLES	2,010,293	2,572,607	3,367,501	4,394,579	5,718,573
COSTOS FIJOS	78,849	84,176	89,462	94,850	100,815
GASTOS GENERALES	742,818	1,019,003	1,395,308	1,910,296	2,597,046
COSTO DE LO VENDIDO	2,831,960	3,675,786	4,852,271	6,399,725	8,416,434
UTILIDAD BRUTA POR VENTAS	1,736,679	2,623,801	3,811,015	5,475,645	7,813,917
GASTOS DE VENTA Y ADMON.	602,362	825,559	1,129,580	1,546,432	2,100,250
UTILIDAD DE OPERACION	1,134,317	1,798,242	2,681,435	3,929,213	5,713,667
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	1,134,317	1,798,242	2,681,435	3,929,213	5,713,667
IMPUESTOS SOBRE LA RENTA ⁽¹⁾	476,413	755,262	1,126,203	1,650,269	2,399,240
PARTICIPACION DE UTILIDADES ⁽²⁾	113,431	179,824	269,143	392,921	571,367
UTILIDADES NETAS	544,472	863,156	1,287,089	1,886,022	2,742,560

(1) Estimado considerando un impuesto del 42% sobre las utilidades de operación.

(2) Considerando un 10% de las utilidades antes de impuestos. Aun cuando es una obligación otorgarla a partir del 5° año, se considera desde el 1er. año de operación.

BALANZES GENERALES PROFORMA PARA LA INSTALACION Y OPERACION PREVISTA DE LA PLANTA PRODUCTORA DE LAUREL SULFATO DE SODIO.

CONCEPTO	PERIODO DE INSTALACION		PERIODO DE OPERACION				
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ACTIVO CIRCULANTE	---	---	912,576	1,152,131	1,576,706	2,025,217	2,624,053
1.- CAJA Y BANCOS			119,750	154,885	210,339	260,312	334,251
2.- CUENTAS POR COBRAR			485,332	636,593	832,830	1,086,096	1,412,276
3.- INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS			162,063	212,599	278,126	362,716	471,649
4.- INVENTARIO DE PRODUCTO			145,411	184,074	255,411	316,093	405,877
ACTIVO FIJO	44,829	138,568	134,529	479,673	732,711	1,086,312	1,762,735
1.- TERRENO URBANIZADO	4,075	16,302	16,302	16,302	16,302	16,302	16,302
2.- PLANTA Y SERVICIOS	40,754	122,262	122,262	122,262	122,262	122,262	122,262
3.- DEPRECIACION ACUMULADA			(4,035)	(8,070)	(12,105)	(16,140)	(20,175)
4.- INVERSION EN VALORES				349,179	607,252	963,888	1,645,346
CARGOS DIFERIDOS	123,240	174,182	170,609	167,036	163,463	159,890	156,317
1.- LICENCIA USO TECNOLOGIA			---	---	---	---	---
2.- GASTOS PREPARATIVOS Y DE ARRANQUE	123,240	174,182	174,182	174,182	174,182	174,182	174,182
3.- AMORTIZACIONES ACUMULADAS			(3,573)	(7,146)	(10,719)	(14,292)	(17,865)
ACTIVO TOTAL	168,069	312,746	1,217,714	1,636,860	2,473,880	3,271,419	4,544,105
PASIVO TOTAL	---	---	465,582	940,162	1,393,862	1,765,409	2,803,672
PASIVO CIRCULANTE	---	---	627,664	1,152,761	1,671,988	2,128,125	3,275,322
1.- CREDITOS A PROVEEDORES			37,819	49,606	64,896	84,634	110,051
2.- IMPUESTOS Y REPARTOS DE UTILIDADES			589,845	935,086	1,394,346	2,043,191	2,765,271
3.- DIVIDENDOS DECRETADOS				168,069	212,746	300,000	400,000
PASIVO FIJO	---	---	(162,082)	(212,599)	(278,126)	(362,716)	(471,650)
CREDITOS A MAS DE UN AÑO	---	---	---	---	---	---	---
CREDITOS A VENCER EN MENOS DE UN AÑO	---	---	(162,082)	(212,599)	(278,126)	(362,716)	(471,650)
CAPITAL CONTABLE	168,069	312,746	752,132	898,698	1,060,018	1,506,010	1,740,433
1.- CAPITAL APORTADO	168,069	312,746	207,660	---	---	---	---
2.- RESERVA LEGAL			---	27,224	43,156	64,354	94,301
3.- SUPERAVIT DE EJERCICIOS ANTERIORES			---	---	8,318	258,547	702,913
4.- RESULTADO DEL EJERCICIO			544,472	863,150	1,287,089	1,866,022	2,742,560
PASIVO + CAPITAL	168,069	312,746	1,217,714	1,636,860	2,473,880	3,271,419	4,544,105

8.6 RESULTADOS.

La situación financiera de la empresa puede evaluarse en base al valor de ciertos coeficientes obtenidos como resultado de los balances generales realizados.

Los principales coeficientes que se consideran son los siguientes:

- * Rentabilidad Contable.- Obtenido al dividir la utilidad neta entre la inversión fija. Indica el aprovechamiento de los recursos.
- * Solvencia Inmediata.- Obtenida al dividir el activo disponible entre el pasivo circulante. Indica la necesidad de efectivo para operar la planta.
- * Coeficiente de Liquidez.- Obtenido al dividir el activo circulante entre el pasivo circulante. Indica el grado de endeudamiento necesario para operar la planta.
- * Margen de Seguridad.- Obtenido al dividir el capital de trabajo entre el pasivo circulante. Indica la necesidad de Financiamiento.
- * Cartera - Obtenida al dividir las cuentas por cobrar entre la venta neta. Indica el crédito que se está otorgando.

CONCEPTO	P E R I O D O				
	1989	1990	1991	1992	1993
RENTABILIDAD CONTABLE	3.4	5.3	7.9	11.7	17.0
CARTERA	5.3×10^{-5}	5.0×10^{-5}	4.8×10^{-5}	4.6×10^{-5}	4.3×10^{-5}
SOLVENCIA INMEDIATA	0.19	0.13	0.13	0.12	0.12
COEFICIENTE DE LIQUIDEZ	1.45	1.03	0.94	0.94	0.80
MARGEN DE SEGURIDAD	1.20	0.70	0.70	0.65	0.53

8.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

En la formulación de los proyectos industriales es frecuente encontrar que los resultados económicos previsible son dependientes de los valores asignables a las variables de los mercados de materias primas y productos, a las eficiencias de los procesos y a otras variables de diversa índole. En tales casos, la supeditación de los resultados económicos previsible de la operación de la empresa a valores pre-establecidos de dichas variables, que actúan como parámetros, da lugar a que el estudio carezca de flexibilidad, ya que no quedan incluidos los efectos que se derivarían de cambios en los parámetros y condiciones originales considerados.

En algunas ocasiones la variable independiente considerada (precio, volumen de producción, rendimiento del proceso, etc) influye sobre el resultado económico en forma directa y sin la influencia significativa

de otras variables, de tal manera que los resultados pueden interpolarse a partir de curvas sencillas en coordenadas cartesianas. Sin embargo, la determinación de efecto conjugado de dos variables independientes que influyen significativamente sobre la variable dependiente y que pueden fluctuar dentro de un amplio rango de valores puede resultar muy laborioso en cuyo caso conviene emplear alguna técnica que reduzca el trabajo y facilite la presentación de los resultados.

GRAFICA EN COORDENADAS CARTESIANAS.

La presentación gráfica de los resultados económicos en la formulación o evaluación de un proyecto puede utilizarse frecuentemente con ventajas sobre las tablas, ya que facilita la comprensión rápida de dichos resultados. Por medio de gráficas en coordenadas cartesianas pueden ilustrarse convenientemente la situación económica del proyecto en función de las previsiones a corto plazo de precios de venta, disponibilidad de materia prima y consumo esperado de producto. De una manera similar pueden ilustrarse las variaciones en los costos previsible de operación, en las utilidades esperadas o en la rentabilidad en función de los volúmenes de venta, el tamaño de la planta, los precios de las materias primas o los precios de venta de los productos.

En la gráfica 8.3 se muestra la representación de los ingresos y egresos de la empresa en función del porcentaje de la capacidad utilizada de la planta y de diversos precios de adquisición de la materia prima básica. En la gráfica se incluyen las restricciones que se establecieron para obtener los datos económicos. Estas restricciones fueron las siguientes:

- a) El precio de venta del producto se consideró constante en un nivel prefijado.
- b) En el primer año de operación de la planta solamente se alcanza un nivel de aprovechamiento del 80% de la capacidad instalada. Este nivel de aprovechamiento se incrementaría -

conforme el mercado para el producto lo demandase hasta alcanzar la capacidad instalada.

- c) El precio de la materia prima básica fluctúa entre los límites X_1 y X_3 , según el estudio de disponibilidad de materias primas, siendo X_2 el valor estimado en el proyecto.
- d) Los costos fijos permanecen a un nivel constante durante el período de operación considerado.

De la figura 8.3 se deduce lo siguiente:

- a) Los niveles de capacidad a los cuales se alcanzaría el punto de equilibrio de la empresa para los diversos precios considerados de la materia prima.
- b) Las utilidades previsibles antes de impuestos que se obtendría a los diferentes precios considerados para la materia prima, cuando la planta opera al nivel de capacidad previsto.
- c) Las utilidades posibles a medida que se incrementa el nivel de utilización de la capacidad instalada de la planta.

NOTAS DE LA GRAFICA:

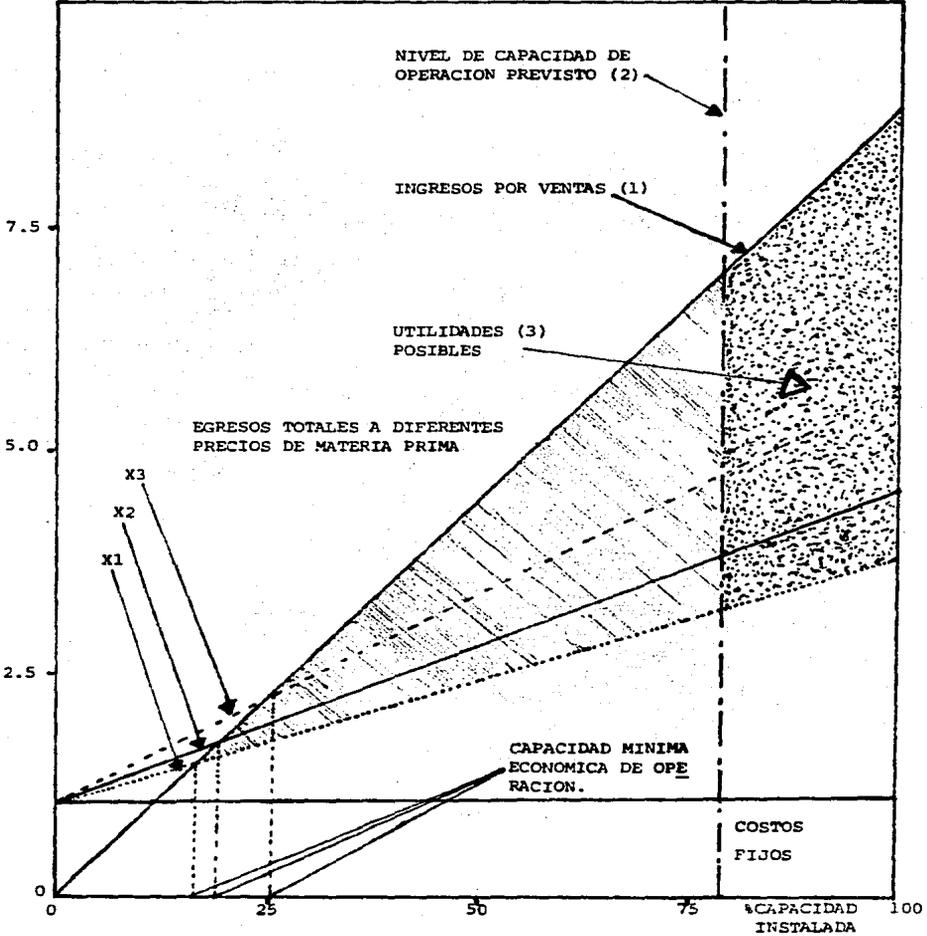
- (1) A un precio de venta constante.
- (2) Para el primer año de operación
- (3) Según se incremente el nivel de aprovechamiento de la capacidad instalada.

GRAFICA 8.3

INGRESOS Y EGRESOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL A LA
CAPACIDAD INSTALADA Y CONSIDERANDO DIVERSOS PRE
CIOS DE LA MATERIA PRIMA BASICA

$\frac{10^9 \text{ pesos}}{\text{año}}$

10.0



8.8. EVALUACION ECONOMICA.

En este apartado se presentan los criterios y técnicas de evaluación que se utilizan más frecuentemente para medir los costos y beneficios de un proyecto industrial, a fin de que los promotores y las entidades financieras puedan apoyar o descartar la realización del mismo, ya sea en función de sus propios méritos o frente a -- otras alternativas de inversión.

En general la evaluación de un proyecto industrial consiste en verificar que éste se encuentra definido totalmente y que todas las decisiones adoptadas con respecto a las características básicas del mismo están debidamente fundamentadas.

FLUJO DE EFECTIVO EXCEDENTE.

En este método se toma en cuenta tanto el valor del dinero a -- través del tiempo como el ritmo de generación de utilidades, lo que permite comparar diversas alternativas de inversión y clasificarlas de acuerdo con el monto del efectivo excedente, una vez que se ha -- descontado en forma compuesta de los flujos de efectivo anuales el interés mínimo deseado sobre el dinero que se invierte.

Para descontar en forma compuesta se obtienen de la tabla 8.2 los factores de actualización respectivos, de acuerdo con el interés mínimo que se establezca y para cada periodo anual, mismos que se -- multiplican por el flujo de efectivo correspondiente para obtener -- los valores presentes de dichos flujos. En seguida se suman esos va -- lores presentes y el resultado se compara con la inversión fija inicial prevista.

Si la suma de flujos de efectivo actualizados es mayor que la inversión fija, ésto significa que la rentabilidad del proyecto para el periodo considerando es mayor que la mínima establecida y, por tanto, el proyecto es atractivo. En caso contrario se concluye que el flujo de efectivo no es suficiente para permitir la recuperación

de la inversión en el periodo considerado y cubrir al mismo tiempo un interés igual a la rentabilidad mínima prefijada, por lo que el proyecto debe descartarse.

Los flujos de efectivo anuales esperados se obtienen sumando a las utilidades anuales previstas el monto de las depreciaciones de la inversión fija. Estos valores se obtienen de los Estados -- Proforma de Pérdidas y Ganancias y de los Balances generales Proforma preparados conforme se explica en el apartado 8.5.

Los factores de descuento al ser aplicados a los flujos de efectivo previstos en el proyecto permiten descontarles la rentabilidad mínima deseada en forma compuesta y obtener así los flujos de efectivo excedentes.

Lo anterior significa, que al flujo de efectivo esperado en cada año se le descuenta la rentabilidad mínima deseada en el año en que se genera dicho flujo y al flujo así descontado se le descuenta nuevamente la rentabilidad mínima por concepto del año anterior y así sucesivamente hasta llegar a la fecha de la inversión, con lo que se obtiene su valor presente.

La tabla adjunta muestra los factores de descuento para varias tasas de interés aplicados a periodos anuales de 1 a 15 años. Estos factores de descuento se calculan con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{(e^r - 1)}{r} e^{-rn}$$

en donde:

- F = factor de descuento.
- r = tasa de rentabilidad.
- n = año para el cual se determina el factor de descuento.
- e = base de los logaritmos naturales

Los usos principales del método del flujo de efectivo excedente son los siguientes:

- a) Comparar la inversión fija prevista del proyecto con la suma de los flujos excedentes de efectivo anuales subsiguientes a la iniciación de las operaciones industriales. Si la suma de flujos de efectivo excedentes con respecto a la rentabilidad mínima es superior a la inversión inicial se puede considerar que el proyecto presenta perspectivas económicas favorables.
- b) Preseleccionar de entre un grupo de proyectos alternativos aquellos que muestran una diferencia positiva - entre el valor del flujo de efectivo excedente obtenido para un período dado y la inversión fija requerida para realizar cada uno de ellos considerando para todos ellos la misma tasa de rentabilidad.
- c) Clasificar un grupo de proyectos alternativos de acuerdo con la magnitud del valor presente neto de sus flujos de efectivo. Obviamente, el proyecto con el valor presente neto más alto sería el que ofrece mejores perspectivas económicas.

El valor presente neto de los flujos de efectivo de un proyecto, llamado también valor presente neto en forma abreviada, es la diferencia entre el valor excedente, a una rentabilidad prefijada, del flujo de efectivo de un período dado (generalmente la vida útil del proyecto) y al inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Como se habrá podido observar en el método del flujo de efectivo excedente a una rentabilidad mínima deseada solo se determina un valor indicativo de si un proyecto ofrece o no posibilidades de alcanzar dicha rentabilidad mínima, pero no precisa cuál es la rentabilidad que se puede esperar del mismo.

TABLA 8.2

FACTORES DE ACTUALIZACION DE FLUJO DE EFECTIVO CONSIDERANDO DIVERSAS TASAS DE INTERES (RENTABILIDAD)*

Periodo	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
0 a 1 año	0.975	0.952	0.929	0.906	0.885	0.864	0.844	0.824	0.805	0.787
1 " 2 años	0.928	0.861	0.790	0.742	0.689	0.640	0.595	0.553	0.514	0.477
2 " 3 "	0.883	0.779	0.688	0.608	0.537	0.474	0.419	0.370	0.327	0.290
3 " 4 "	0.840	0.705	0.592	0.497	0.418	0.351	0.295	0.248	0.209	0.176
4 " 5 "	0.799	0.638	0.510	0.407	0.326	0.260	0.208	0.166	0.133	0.107
5 a 6 años	0.760	0.577	0.439	0.333	0.254	0.193	0.147	0.112	0.085	0.065
6 " 7 "	0.723	0.522	0.378	0.273	0.197	0.143	0.103	0.075	0.054	0.039
7 " 8 "	0.687	0.473	0.325	0.224	0.154	0.106	0.073	0.050	0.035	0.024
8 " 9 "	0.654	0.428	0.280	0.183	0.120	0.078	0.051	0.034	0.022	0.014
9 " 10 "	0.622	0.387	0.241	0.150	0.093	0.058	0.036	0.023	0.014	0.009
10 " 11 años	0.591	0.350	0.207	0.123	0.073	0.043	0.026	0.015	0.009	0.005
11 " 12 "	0.563	0.317	0.178	0.100	0.057	0.032	0.018	0.010	0.006	0.003
12 " 13 "	0.535	0.287	0.154	0.082	0.044	0.024	0.013	0.007	0.004	0.002
13 " 14 "	0.509	0.259	0.132	0.067	0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.001
14 " 15 "	0.484	0.235	0.114	0.055	0.027	0.013	0.006	0.003	0.002	0.001

* Estos factores permiten cargar los intereses en forma compuesta a flujos de efectivos generados uniformemente a lo largo de un periodo anual para obtener su valor a una fecha base, retrocediendo en el tiempo. Estos factores se calculan con la siguiente fórmula:

$$F = \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) e^{-rn}$$

FLUJO EFECTIVO EXCEDENTE A RENTABILIDAD DE 50%.

AÑO DE OPERACION	1	2	3	4	5	SUMA
FLUJO DE EFECTIVO	552,079	870,763	1,294,696	1,893,629	2,750,167	
FACTOR DE DESCUENTO	0.787	0.477	0.290	0.176	0.107	
FLUJO DE EFECTIVO EXCEDENTE	434,486	415,353	375,562	333,279	294,268	1,852,848
VALOR PRESENTE NETO	1,852,848	-160,978	-1,691,870			

TIEMPO DE RECUPERACION CONTABLE DE LA INVERSION.

Este índice de evaluación también se utiliza para comparar entre si varios proyectos; se calcula dividiendo la inversión inicial entre el flujo de efectivo, y representa como su nombre lo indica el periodo en el cual la suma de las utilidades netas más las depreciaciones permite recuperar la inversión fija del proyecto.

En realidad, como en la formulación de un proyecto se tiene un presupuesto de utilidades que se puede transformar en un presupuesto de flujos de efectivo, adicionando a las utilidades el monto de las depreciaciones anuales, se puede calcular un flujo de efectivo acumulado sumando al flujo de efectivo del primer año el del segundo año, a la suma de los dos primeros el tercero y así sucesivamente, hasta que en un cierto año el flujo de efectivo acumulativo así calculado iguala o supera a la inversión fija inicial. El año en el cual ocurre este evento señala el periodo de recuperación de la inversión.

En el presente caso el flujo de efectivo para el primer año supera la inversión fija necesaria, por lo que el tiempo de recuperación queda dentro del primer año.

$$\frac{160,978}{552,079} = 0.291 \text{ años}$$

Por lo tanto el tiempo de recuperación contable de la inversión es 0.291 años (3 meses y medio).

CAPITULO IX.

DISCUSION

9.0 DISCUSION

En los ocho capítulos anteriores se ha descrito la metodología para cuantificar, analizar y seleccionar los ingredientes y parámetros que constituyen el proyecto industrial. Estos ingredientes y parámetros están relacionados con aspectos técnicos, comerciales, económicos, orgánicos y administrativos que resultan fundamentales para la viabilidad y perspectivas de desarrollo del proyecto.

Para que el proyecto industrial sea satisfactorio debe estar ampliamente justificado desde los puntos de vista empresarial o social. Es decir, debe preverse una rentabilidad atractiva que justifique la canalización de recursos hacia el mismo, o bien debe existir una justificación muy clara de los beneficios sociales esperados frente a los costos de inversión y de operación del proyecto.

Todo proyecto industrial lleva implícito un riesgo que debe ser ponderado cuidadosamente, no solo por las consecuencias directas en las economías de los inversionistas que lo llevarán a cabo, si no también por los efectos indirectos en la rama industrial correspondiente y en la economía del país.

La evaluación de un proyecto industrial se lleva a cabo en dos grandes áreas, la técnica y la económica, sin embargo, las decisiones adoptadas en los aspectos técnicos del proyecto se reflejan necesariamente en su economía.

La evaluación técnica de un proyecto industrial consiste en revisar que las soluciones técnicas establecidas para el proyecto estén perfectamente definidas y sean satisfactorias no solo en lo relativo a las características de diseño y operación del proceso y de los diversos tipos de equipos que habrán de requerirse, sino también respecto de su accesibilidad, su vida útil, su obsolescencia previsible y todas aquellas implicaciones relacionadas con la propiedad industrial, las inversiones a realizar y los costos previsible de operación.

Conviene señalar que todas las decisiones que se adoptan en los diversos aspectos de un proyecto industrial vienen a reflejarse en el monto de las inversiones requeridas para su realización en los presupuestos de ingresos y egresos. Por tal motivo, la evaluación de todos los factores que inciden en el proyecto, cualesquiera que sea su naturaleza, suelen desembocar en una evaluación económica del proyecto en su conjunto.

El presente estudio parte de una necesidad real, lo cual permite que se plantee como una posible solución al respecto.

El sosten para la viabilidad del proyecto es un estudio objetivo en el laboratorio a fin de encontrar condiciones óptimas de reacción, así como los puntos críticos que pueden presentarse a nivel industrial.

Considerando la reactividad de los agentes sulfatantes pudo haberse utilizado, además del Oleum, tanto SO_3 gaseoso como Acido -- Clorosulfónico, sin embargo ambos inciden en un considerablemente elevado costo de operación y mantenimiento, así como en una elevada inversión fija.

El uso del oleum como agente sulfatante conlleva a una notable producción de sales, no obstante, esto pudo resolverse utilizando metanol anhidro como disolvente de la sosa.

La revisión de la literatura existente aunada al diseño del experimento permitió encontrar las condiciones de reacción óptimas, de tal forma que el mejor producto obtenido (y validado) resultó altamente competitivo en calidad y características, con respecto a un buen producto existente en el mercado.

Bajo estas características el producto puede ser competitivo, sin embargo y aunque el consumo es elevado, el mercado está cubierto por empresas de considerable poder económico y elevado prestigio como Henkel, I.C.I. y Dupont.

Considerando lo anterior, el producto tendría que atacar el - mercado de los cosméticos, farmacéutico y de pastas dentales en don de existe una mayor probabilidad de éxito, dado que este tipo de aplicaciones requieren de una mayor pureza en el producto, la cual - es cumplida satisfactoriamente por el producto experimental obtenido en las condiciones de la prueba N° 6.

Este planteamiento puede considerarse para una posible expansión de la empresa, ya que el problema de mercado estará resuelto al vender de línea al I.M.S.S., cuyo consumo de detergente fue la base de cálculo para la capacidad instalada de la planta.

Las características intrínsecas del Lauril Sulfato de Sodio cumplen ampliamente con los requerimientos planteados en la problemática de las lavanderías del Seguro Social, por lo cual desde el punto de vista técnico y ecológico el producto puede recomendarse ampliamente.

El punto restante y crítico en la decisión final para el seguimiento o rechazo del proyecto, es el aspecto económico, el cual parte del estudio técnico previo.

El equipo y distribución del mismo se efectúa para conseguir - un óptimo en operabilidad y eficiencia, y al mismo tiempo la menor inversión y desperdicio posible, razón por la cual los tanques de - día se colocan en el nivel superior a fin de aprovechar la descarga atmosférica a los reactores 1 y 3, los cuales a su vez descargan de igual forma al reactor 2.

El estudio técnico conduce a una inversión fija de \$160,978,460, la cual se estima mediante el uso de factores.

El estudio subsecuente permite encontrar el punto de equilibrio en el primer año de operación, aún al 80%, en 79 días hábiles, lo -

que aunado a la programación de cuatro lotes por día, los siete días de la semana, ubica el punto de equilibrio en 2.6 meses, esto permite considerar que la planta es factible de llevarse a cabo.

Un concepto fundamental para el proyecto es el costo unitario de producción y el costo de venta, los cuales al compararse con el precio de venta están muy por de bajo de éste.

Cabe aclarar que el precio de venta es el precio probable que el producto tendría en el mercado, por lo cual puede inferirse que es más barato producir el detergente que comprarlo, lo que además produce utilidades netas considerables.

El análisis de los resultados obtenidos permite asegurar un buen estado financiero para la empresa, pues la rentabilidad es alta y creciente, en cambio el resto de los coeficientes evaluados es muy pequeño lo cual es lo más recomendable; por ejemplo el Margen de seguridad es menor de 0.800 apartir del 2° periodo, razón por la cual la necesidad aparente de financiamiento es muy baja y no se consideró un apoyo financiero al proyecto.

Finalmente, al efectuarse el análisis de sensibilidad indica que el proyecto puede seguir siendo rentable aún cuando el costo de las materias primas fluctue entre 25% y 40% del costo proyectado, que la capacidad mínima instalada variaría entre -2.5% y 5% de la proyectada y esto causaría, en el peor de los casos, un aumento en los egresos del 18.2% de los egresos programados.

CAPITULO X

CONCLUSIONES.

El trabajo desarrollado en los nueve capítulos anteriores con
duce a los siguientes conclusiones:

P A R C I A L E S .

- El Lauril Sulfato de Sodio es un buen agente tensoactivo, ampliamente utilizado en procesos de detergencia, humectación y emulsificación.
- El proceso adoptado para la obtención del producto final uti
liza oleum como agente sulfatante y metanol absoluto como disolvente.
- El producto obtenido experimentalmente es altamente competitivo en calidad y características físicas y químicas.
- El mercado para el L.S.Na es muy competido, sin embargo es - bastante viable vendiéndose de línea al I.M.S.S.
- El costo unitario de producción es menor al costo de compra - en el mercado.
- Se tiene el punto de equilibrio en 2.6 meses de operación con
tinua.
- El proyecto es rentable aún con un alza hasta del 40% en el cos
to de Materias Primas.

G E N E R A L

- El proyecto para la fabricación de Lauril Sulfato de Sodio uti
lizado para autoconsumo del I.M.S.S. es viable y recomendable de llevarse a cabo.

BIBLIOGRAFIA .

- 1.- ALDRICH CHEMICAL COMPANY, INC.
CATALOG HAND BOOK OF FINE CHEMICALS 1986-1987
940 WEST SAINT PAUL AVENUE
MILWAKEE, WISCONSIN 53233 U.S.A.
- 2.- AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
CODIGO ASME SECCION VIII.
- 3.- ANDREW G. WILLIAM
APPLIED INSTRUMENTATION
ENGINEERING DESIGN CRITERIA
JOHN WILEY AND SONS. PUBLISHING CO. 1980.
- 4.- ARIES AND NEWTON
CHEMICAL ENGINEERING COST. ESTIMATION
CHEMICAL ENGINEERING SERIES Mc. GRAW HILL BOOK CO.
- 5.- BATAFSCHE P. MAATSCHAPPIS ALKIL SULFATES. BRIT. PAT. 691 929,
MAY. 27 1953.
- 6.- BEDE J. (MARCHON PRODUCTS LIMITED) FABRICATION DE PRODUCTS
SULFATES ET SULFONATES. PAT. BELGIQUE. 616 859. 25 OCT. 1962.
- 7.- BROWNELL AND YOUNG
PROCESS EQUIPMENT DESIGN
JOHN WILEY AND SONS CO.
- 8.- CATALOGO ALOYCO
VALVULAS RESISTENTES A LA CORROSION
REVISTA - WALWORTH.
- 9.- CHEMICAL MARKETING REPORTER. OIL, PAINT AND DRUG REPORTER. OPD.
SCHNELL PUBLISHING CO. INC. JULY 7th 1986.
- 10.- CORZO MIGUEL ANGEL
INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE PROYECTOS
SEXTA REIMPRESION 1982 EDIT. LIMUSA.

- 11.- CRANE CO.
FLOW OF FLUIDE THROUGH VALVES, FITTING AND PIPE.
TECHNICAL PAPER NO. 410.
- 12.- DAHMEN, E, A.M.F. (SHELL DEVELOPMENT COMPANY). HIGHER ALKYL
ESTER PRODUCTION. UNITED STATES PATENT. 2,640,070. MAY. 26,
1953.
- 13.- DEICHMANN W.B. AND GERARDE H.W. TOXICOLOGY OF DRUGS AND CHE-
MICALS 1st EDITION. NEW YORK. 1969.
- 14.- DIRECTORIO DE EMPRESAS, PRODUCTOS, SERVICIOS Y DISTRIBUIDORES
DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA, ANIQ. ASOCIACION NACIONAL
DE LA INDUSTRIA QUIMICA A.C. DIRECTORIO DE PRODUCTOS QUIMICOS.
INDICE DE INDUSTRIAS PRODUCTORAS.
- 15.- DIRECTORIO DE EMPRESAS, PRODUCTOS, SERVICIOS Y DISTRIBUIDORES
DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA. ANIQ. DIRECTORIO DE PRODUC-
TOS QUIMICOS. INDICE DE EMPRESAS PRODUCTORAS.
- 16.- DREISBACH, R.H. MANUAL DE ENVENENAMIENTOS 10a. EDICION EDIT.
EL MANUAL MODERNO. MEXICO 1981.
- 17.- ESSO RESEARCH AND ENGINEERING CO. ORGANIC SULFATES AND SULFO-
NATES. BRIT. 942 130 (CL.CO. 7F). NOV. 20 1963; U.S.A. PPL.
APRIL 1 AND DEC. 24, 1959; 12 P.P.
- 18.- ETCHEGARAY O. JAVIER
VALVULAS, CORRECTA SELECCION Y APLICACION
REVISTA NOTIVALVULAS, MANEJO Y CONTROL DE FLUIDOS
VOL. 1 NUMEROS 3 y 4 ENE-JUNIO 1981.
- 19.- FABRIZI FLAVIO. PROCEDIMIENTO PER LA NEUTRALIZZAZIONE DELL'
ALCOOL LAURILICO SOLFONATO E SEPARAZIONE DEI SUOI SALI DE SODIO
O DI POTASSIO. PAT. ITALIAN 433792. 5 MAY. 1950.

- 20.- FIDEICOMISO DE CONJUNTOS, PARQUES, CIUDADES INDUSTRIALES Y CENTROS COMERCIALES. CONJUNTOS INDUSTRIALES. FOLLETO FIDEIN.
- 21.- FOUST - WENCEL
PRINCIPIOS DE OPERACIONES UNITARIAS.
14a. IMPRESION C.E.C.S.A. 1982.
- 22.- FONDO NACIONAL DE EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL (FONEI)
SERIE DE DOCUMENTOS TECNICOS
PROGRAMAS GENERALES DE APOYO FINANCIERO - FOLLETO.
GUIA DE SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLOGICO
FOLLETO. REGLAS GENERALES DE OPERACION DEL FONEI - FOLLETO
PROGRAMA DE APOYO FINANCIERO PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO
FOLLETO. LIC. GABINO HERNANDEZ SANCHEZ/JEFE DE ASESORIA INDUSTRIAL.
- 23.- FURIA E.T.H. AND. BELLANCE N. FENAROLI'S HANBOOK OF FLAVOR INGREDIENTS. 2nd EDITION. C.R.C. PRESS. CLEVELAND OHIO.
- 24.- GOSSELIN, HODGE, SMITH AND GLEASON. CLINICAL TOXICOLOGY OF CO Mercial PRODUCTS. 4th EDITION. THE WILLIAMS AN WILKINS CO. -- BALTIMORE 1976.
- 25.- GUIA DE LA INDUSTRIA QUIMICA. PRODUCTOS QUIMICOS 84-86. EDITORIAL COSMOS.
- 26.- HENDRICKSON, CRAM AND HAMMOND. ORGANIC CHEMISTRY. 3rd EDITION. Mc. GRAW-HILL. 1970.
- 27.- HIMMELBLAU DAVID M.
PRINCIPIOS Y CALCULOS BASICOS DE LA INGENIERIA QUIMICA
SEXTA IMPRESION 1981. C.E.C.S.A.
- 28.- INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR. DIRECCION TECNICA-INFORMATICA. IMPORTACIONES COMPARATIVAS POR FRACCION ARANCE-LARIA.

- 29.- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.
BASES DE DISEÑO. INGENIERIA DE PROYECTOS. CONTRATO 1081.
SEPTIEMBRE DE 1974.
- 30.- KARASSIK I. KRUTZCH W.
PUMP HANDBOOK
2a. EDICION Mc. GRAW HILL BOOCH CO.
- 31.- KAYE, SIDNEY. HANDBOOK OF EMERGENCY TOXICOLOGY. 3rd EDITION.
CHARLES C. THOMAS PUBLISHER. SPRINGFIELD ILL. 1977.
- 32.- KUONG JAVIER F.
APPLIED NOMOGRAPHY
GULF PUBLISHING CO. VOL. II.
- 33.- KURT GRECK
MANUAL DE FORMULAS TECNICAS
XVII EDICION
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
- 34.- LONGMAN, G.F. THE ANALYSIS OF DETERGENTS AND DETERGENT PRODUCTS.
1st EDITION. JOHN WILEY AND SONS. LONDON 6.B. 1978.
- 35.- LLOYD I. OSIPOW. SURFACE CHEMISTRY. ROBERT E. KRIEGER PUBLISHING
COMPANY. HUNTINGTON, NEW YORK. 1972.
- 36.- MANKOWICH, A.M. PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SURFACTANTS. (PAINT
AN CHEMICAL LABORATORY). INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY.
2759-66. VOL. 45, N° 12. DEC. 1953.
- 37.- Mc. CABE-SMITH
OPERACIONES BASICAS DE LA INGENIERIA QUIMICA.
ED. REVERTE 1981
- 38.- MEITES LOUIS. HANBOOK OF ANALITICAL CHEMISTRY. 1rd EDITION. Mc.
GRAW. HILL BOOK COMPANY INC. NEW YORK.

- 39.- MENDOZA MONROY, JOSE L. ESTUDIO MONOGRAFICO SOBRE PRODUCCION Y PROPIEDADES DE AGENTES TENSOACTIVOS. TESIS. FACULTAD DE QUIMICA. U.N.A.M. 1975.
- 40.- MITTAL K.L. SOLUTION CHEMISTRY OF SURFACTANTS
- 41.- MORRISON AND BOYD. ORGANIC CHEMISTRY. FONDO DE CULTURA INTERAMERICANA. EDICION 2a. MEXICO, D.F.
- 42.- NIVEN JR. W.W. FUNDAMENTALS OF DETERGENCY.
- 43.- NIVOTRON S.A. DE C.V.
EQUIPOS DE CONTROL
FOLLETO. PROGRESO SUR 621 GUADALAJARA, JAL.
- 44.- OPD. CHEMICAL BUYERS DIRECTORY 1986. 73rd ANNUAL EDITION/CHEMICAL MARKETING REPORTER. SCHNELL PUBLISHING CO. I.N.C. NEW YORK, N.J.
- 45.- PERRY ROBERT H. / CHILTON CECIL H.
MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO
QUINTA EDICION. SEGUNDA EDICION EN ESPAÑOL Mc. GRAW HILL 1982.
- 46.- POUCHER W.A. AND. HOWARD G.M. PERFUMES, COSMETICS AND SOAPS.
VOL. III. ED. CHAPMAN AND HALL. 8th ED. LONDON G.B. 1979.
- 47.- Q. KIRK-OTHMER. ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY. VOL. 5,7,8, 9,11,12,14,22 y 23. 3rd EDITION JOHN WILEY ANDSONS. NEW YORK.1974
- 48.- RACE - BARROW
INGENIERIA DE PROYECTO PARA PLANTAS DE PROCESO.
4a. IMPRESION 1977 C.E.C.S.A.
- 49.- REVISTA DEL PROGRAMA DE APOYO INTEGRAL A LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA, (PAI).
DISTRIBUCION PLANTA.
ARTICULO.

- 50.- RUDD/D.F./WATSON CH.C.
ESTRATEGIA E INGENIERIA DE PROCESOS
ED. ALHAMBRA
- 51.- SCHON. L. LAURIL SULPHATES, THEIR MANUFACTURA, QUALITIES AND
EVALUATION. SOAP, PERFUMERY AND COSMETICS. JANUARY 1952.
- 52.- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO
ANUARIOS ESTADISTICOS DE COMERCIO EXTERIOR.
AÑO 1976 - 1986.
- 53.- SHUARTZ AND PERRY. SURFACE ACTIVE AGENTS AND DETERGENTS. VOL.II
INTERSCIENCE PUBLISHERS. L.T.D. LONDON 1958.
- 54.- SHREVE N.R. AND BRINK JR. J.A. CHEMICAL PROCESS INDUSTRIALES,
4a. ED. MCGRAW-HILL BOOK COMPANY. NEW YORK.
- 55.- SOTO, ESPEJEL MARTINEZ
FORMULACION Y EVALUACION TECNICO ECONOMICA DE PROYECTOS INDUS-
TRIALES.
2a. EDICION 1978. EDITORIAL C. NETI.
- 56.- THE MERCK INDEX. TENTH EDITION. MERCK IND. CO. INC. U.S.A. 1983.
- 57.- WEIL, JAMES K; STIRTON. ALEXANDER J; WRIGLEY, A.N. SYNTHESIS --
AND SURFACE ACTIVE PROPERTIES OF LONG-CHAIN ETHER ALCOHOL SUL-
FATES R(OCH₂CHR') OSO₃Na. EAST. REG. RES. LAB. CHIM. PHYS. --
APPL. PRAT. AG. SURFACE 1969. VOLUME 1 PAGES 45-50.