

300618

16



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**ESTUDIO PARA LA FABRICACIÓN DE UN
ANTIESPUMANTE DE SILICÓN PARA LA
INDUSTRIA DE LA CELULOSA.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A:
KARINA ISABEL SÁNCHEZ REYES**

DIRECTOR DE TESIS: M.C. ARMANDO QUINTANILLA PÉREZ-LETE



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.

A ti DIOS por tu amor y tu presencia a cada momento, especialmente en los más difíciles que siempre estuviste conmigo.

A mis padres, que gracias a su apoyo, motivación, y ejemplo me ayudaron a crecer como profesionalista y ser humano; sin ustedes, no hubiera alcanzado esta meta tan importante para mí.

A mi hermanita Sandra, por toda su paciencia, apoyo y buen humor que me han servido siempre como una energía para seguir hacia adelante.

A mis amigos Sandra, Carlos y Lorena, porque juntos aprendimos lo que significa una amistad.

A todas aquellas personas que de alguna o de otra manera ayudaron a la realización de este trabajo, especialmente al Ing Armando Quintanilla, quien con mucha atención me fue guiando hasta llegar al final del camino.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. GENERALIDADES SOBRE ANTIESPUMANTES	2
1.2.1 Principios termodinámicos sobre la formación de espuma y su prevención	3
1.2.2 Tipos de Antiespumantes	6
1.2.3 Ventajas de los antiespumantes de silicón sobre los antiespumantes convencionales.....	9
1.2.4 Usos de los antiespumantes en la industria	10
1.3. GENERALIDADES DE LOS SILICONES	15
1.3.1 Obtención de los siloxanos	16
1.3.2 Propiedades generales de los silicones	20
1.4. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA CELULOSA	21
1.4.1 Proceso KRAFT	26
1.4.2 Proceso con Sulfitos	27

1.5. BREVE DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PAPEL	32
1.5.1 Desfibrado/ pulpeo	32
1.5.2 Refinación	33
1.5.3 Preparación de pastas	33
1.5.4 Homogeneización y formación	34
1.5.5 Secado	35
1.5.6 Tratamiento superficial	35

CAPÍTULO II. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. ESTUDIO DE LA DEMANDA

2.1.1 Estimación del consumo de antiespumante en la Industria de la Celulosa	37
2.1.2 Estimación del consumo de antiespumantes en la fabricación de papeles especiales	41

2.2. ESTUDIO DE LA OFERTA

2.2.1 Competencia, precios, ventajas y desventajas	45
--	----

2.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	48
---	-----------

CAPÍTULO III. DISEÑO DE LA PLANTA

3.1. BASES DE DISEÑO

<i>3.1.1 Generalidades</i>	52
<i>3.1.2 Condiciones de operación</i>	54
<i>3.1.3 Especificaciones de las corrientes de proceso</i>	56
<i>3.1.4 Programación de proceso</i>	59
<i>3.1.5 Servicios auxiliares</i>	60

3.2. LISTA DE EQUIPO

<i>3.2.1 Tanques atmosféricos</i>	62
<i>3.2.2 Bombas centrifugas</i>	63
<i>3.2.3 Agitadores</i>	64

3.3. LISTA DE MOTORES

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

3.5 DIAGRAMA DE FLUJO

3.6 DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN

3.7 MEMORIAS DE CÁLCULO

CAPÍTULO IV. ESTUDIO ECONÓMICO

4.1. INVERSIÓN FIJA	99
4.2. GASTOS PREOPERATIVOS	106
4.3. CAPITAL DE TRABAJO	107
4.4. PRESUPUESTO DE INGRESOS	110
4.5. PRESUPUESTO DE EGRESOS	
4.5.1 Costos de operación	
4.5.1.1 Variables	111
4.5.1.2 Fijos	115
4.5.2 Costos fijos de inversión	119
4.5.3 Gastos generales	122
4.6. GASTOS FINANCIEROS	125
4.7. PUNTO DE EQUILIBRIO	126
4.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	129

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICEA

INDICE DE TABLAS.

1.1	Elementos químicos más abundantes en la Tierra.....	15
1.2	Temperatura de ebullición de los clorosilanos.....	18
2.1	Producción total de celulosa.....	38
2.2	Proyección de producción de celulosa.....	39
2.3	Producción de papel por tipos.....	42
3.1	Composición de antiespumante.....	76
3.2	Longitud equivalente.....	95
4.1	División del terreno.....	102
4.2	Costo del equipo principal.....	103
4.3	Factores.....	104
4.4	Gastos preoperativos.....	106
4.5	Capital de trabajo.....	109
4.6	Presupuesto de ingresos.....	110
4.7	Costo de materia prima.....	111
4.8	Costo primo general.....	112
4.9	Costo de consumo de agua.....	113
4.10	Costo de consumo de energía eléctrica.....	114
4.11	Costo de empaque (tambores).....	115
4.12	Costo sueldos.....	116
4.13	Proyección de sueldos.....	117
4.14	Costo de mantenimiento.....	117
4.15	Costo de materiales para mantenimiento.....	118
4.16	Costo de suministros varios.....	119
4.17	Amortización y depreciación.....	120
4.18	Impuesto sobre la propiedad.....	121
4.19	Seguros.....	122
4.20	Presupuesto de gastos de administración.....	123
4.21	Presupuesto de gastos de ventas.....	124
4.22	Presupuesto de gastos de investigación.....	125
4.23	Gastos financieros.....	126
4.24	Punto de equilibrio.....	128

INDICE DE FIGURAS.

1.1	Mecanismo de acción de un antiespumante.....	5
1.2	Tetraetilsilano.....	16
1.3	Fibras de madera.....	22
1.4	Proceso de eliminación de corteza.....	24
1.5	Desmenizador.....	25
1.6	Proceso de Kraft.....	29
1.7	Proceso de lavado.....	31
2.1	Localización de las plantas productoras de celulosa y papel en la República Mexicana.....	44
2.2	Mecanismo de cloración de la dioxina.....	47
3.1	Tanque de mezclado de la descarga iónica.....	74
3.2	Número de bombeo en función del número de Reynolds.....	83
3.3	Correlaciones de potencia de las hélices.....	86
3.4	Isométrico para el cálculo de la bomba.....	92
3.5	Diagrama de alturas.....	93
4.1	Vista general de la planta.....	100
4.2	Detalle edificio principal.....	101

INDICE DE GRÁFICAS

IV.1	Punto de equilibrio.....	127
IV.2	Análisis de sensibilidad.....	130

CAPÍTULO I
GENERALIDADES.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Se ha dicho que el consumo de ácido sulfúrico y el de acero dan idea del grado de desarrollo de un país. A últimas fechas otro producto ha sido tomado en cuenta como más representativo de este desarrollo, el papel.

Tan solo 65 países producen papel en el mundo y la diversidad y sofisticación de los usos que se le dan al papel, es quizá el mejor indicador del grado tecnológico alcanzado por el país productor. México es el país número trece en importancia, sin embargo se importan casi todos los tipos de papeles especiales.

La celulosa es básica en la producción de papel y la producción de celulosa de madera es uno de los procesos mas contaminantes, de ahí la necesidad de buscar productos químicos de calidad que al participar en el proceso contribuyan a reducir el nivel de contaminación generado por esta importante rama industrial que, hasta hace poco, significaba el 1.5% del PIB de México.

Al recurrir a la tecnología de los silicónes, se está seguro de poder cumplir con lo anterior.

1.2. GENERALIDADES SOBRE ANTIESPUMANTES

1.2.1 PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS SOBRE LA FORMACIÓN DE ESPUMA Y SU PREVENCIÓN

La presencia de espuma causa con frecuencia problemas en la operación de algunos procesos, como son (18):

- Reducción en la capacidad del equipo*
- Baja eficiencia en los equipos de producción*
- Aumento en el tiempo de elaboración de un producto*
- Disminución de la productividad*

La espuma es un conjunto de burbujas formada por glóbulos de gas o vapor, rodeadas por una película delgada de líquido.

Las burbujas en un líquido se deben a una de tres causas generales:

- 1) Se pueden formar por sobresaturación de una solución del gas o por la descomposición de un componente del líquido.*
- 2) Se pueden introducir directamente al líquido por un aspersor, un burbujeador o mediante un arrastre mecánico.*
- 3) Pueden ser el resultado de la desintegración de burbujas mayores que se encuentran ya en el líquido.*

Termodinámicamente, la formación de espuma se puede describir con la siguiente ecuación (13):

$$\Delta G = \sigma \Delta A \quad \bullet \text{ T y P ctes}$$

en donde G [=] Energía libre de Gibbs

σ [=] Tensión superficial

ΔA [=] Cambio de área interfacial

La ecuación anterior representa un cambio de energía a temperatura y presión constantes, por lo que cualquier cambio que propicie el movimiento del sistema hacia un estado de menor energía, desestabilizará la espuma. Esto se puede lograr aumentando el área interfacial o modificando la tensión superficial.

Si en el sistema tenemos un soluto (surfactante) capaz de disminuir la tensión superficial, se presentará el fenómeno de espumado. Ejemplo:

$$\text{AGUA} \text{ -----} > \sigma = 75 \text{ dinas/cm}$$

$$\text{AGUA + SURFACTANTE} \text{ -----} > \sigma = 35 \text{ dinas/cm}$$

En general, se impide el rompimiento de la burbuja cuando se provoca una posición semiestática de las moléculas. Así, puede decirse que, para romper una burbuja se necesita restituir la velocidad de las moléculas que la forman.

Existen varios métodos para controlar el fenómeno de espumado, algunos de ellos son:

- Removiendo mediante un filtro selectivo al surfactante.*
- Adicionando un antiespumante para poder controlar químicamente el proceso de espumado.*

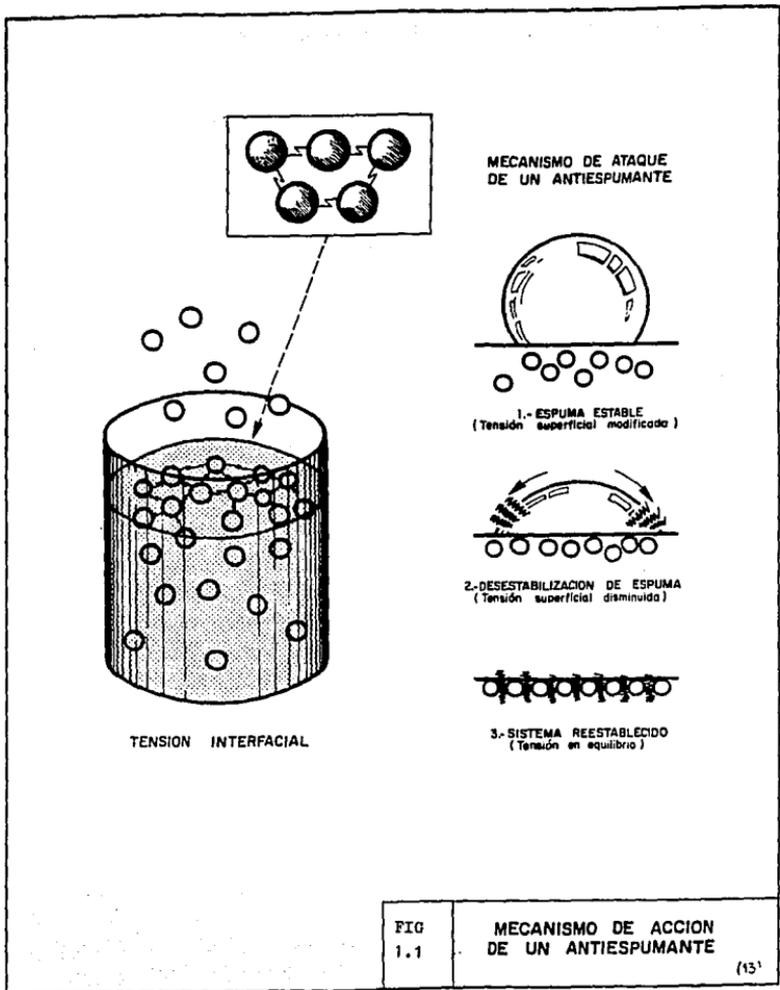
La función de un antiespumante es la de controlar o eliminar la formación de espuma de manera eficaz, sin alterar o contaminar el producto en proceso.

Algunos requisitos básicos para que un antiespumante trabaje en forma efectiva son:

- Debe ser insoluble en el sistema*
- Debe tener menor tensión superficial que el medio*
- Debe ser de rápida dispersión*
- Debe ser químicamente inactivo en el sistema*
- Debe utilizarse en bajas concentraciones*

La acción del antiespumante en el sistema (Fig. 1.1) se puede llevar a cabo de dos maneras:

- 1) El antiespumante penetra en la interface líquido-gas, esparciéndose sobre la superficie interfacial causando así la ruptura de la burbuja.*



2) Cuando se tiene un surfactante en el sistema, se forma una monocapa mixta de antiespumante y surfactante de propiedades superficiales diferentes reduciendo la estabilidad de esa monocapa y provocando con ello el rompimiento de la burbuja.

La ventaja de utilizar un antiespumante en vez de un desespumante es que, el antiespumante es un agente que ayuda a evitar la formación de espuma, es decir, se agrega de manera preventiva antes de la formación de la espuma, mientras que el desespumante se agrega una vez que esta se ha formado.

1.2.2 TIPOS DE ANTIESPUMANTES

Los productos químicos que apresuran la destrucción de la espuma cuando se agregan a la dispersión gas-líquido, se denominan **ANTIESPUMANTES**. Los antiespumantes comerciales causan normalmente una desintegración rápida de la espuma a la que se agregan. Se agregan casi siempre en cantidades muy pequeñas (ppm).

Los antiespumantes químicos son por lo común de dos clases: los solubles en el líquido del sistema de la espuma y los que son esencialmente insolubles. Los agentes solubles son compuestos polares-no polares similares a los surfactantes acuosos; de hecho, pueden ser los mismos agentes que en otras condiciones fomentaran la formación de espuma. Por esta razón, la concentración en la cual son efectivos es crítica y sus uso está restringido.

Los antiespumantes insolubles combinan casi siempre las características de baja volatilidad, facilidad de dispersión y gran poder de difusión, además de atracción y orientación superficial. La baja volatilidad es importante para impedir la separación del material del sistema antes de que se pueda dispersar y realizar su cometido. La facilidad de dispersión y el poder de difusión se requieren para obtener una eficiencia rápida con cantidades pequeñas de esos compuestos.

Los antiespumantes químicos tienen la desventaja de que constituyen la adición de un contaminante a una corriente de proceso o un producto. Sin embargo, con frecuencia son inertes y se emplean en cantidades tan pequeñas que su uso suele ser aceptable, incluso cuando se deban mantener normas elevadas de pureza.

Algunos de los diferentes tipos de antiespumantes químicos que existen son:

1) ÉSTERES Y ÁCIDOS ALIFÁTICOS.

Por lo común se trata de compuestos de un peso molecular moderadamente más alto. Se utilizan en la Industria Papelera, en pinturas de base agua, en la Industria Alimenticia, en lubricantes de motores y otros sistemas no acuosos. Ejemplo: Acetato de Etilo y Malonato dietílico.

2) ALCOHOLES

Utilizados básicamente en columnas de destilación, en fermentaciones y en procesos industriales. Ejemplo: Alcohol Octílico, alcohol oleílico.

3) SULFATOS Y SULFONATOS

Se usan en la extracción de sulfuro de hidrógeno de la gasolina ácida, principalmente.

4) JABONES DE ÁCIDOS GRASOS

Se utilizan jabones alcalinos, alcalinotérreos y otros jabones metálicos. Ejemplo: Estearato de aluminio de 0.05 a 3% inhibe la espumación de aceites de transmisión.

5) COMPUESTOS QUE CONTIENEN NITRÓGENO

Las aminas y las amidas son excelentes agentes antiespumantes y se han utilizado sobre todo para las calderas. También son antiespumantes la piridina y la quinolina.

6) FOSFATOS

Los fosfatos se han utilizado en los sistemas de aceite y de petróleo, pero no se limitan a ese uso. Ejemplos: difosfato de alquil alquileo de 0.01 a 1% controla la espuma en aceites lubricantes.

7) SULFUROS Y TIODERIVADOS

Estos compuestos se mezclan con otros antiespumantes. Ejemplo: derivados metálicos de tioéteres mezclados con ésteres orgánicos de fosfito que inhiben la espuma en los aceites lubricantes.

8) COMPUESTOS HALOGENADOS

Se usan sobretodo los compuestos polimerizados y muy halogenados. Ejemplo: derivados de fluorcloro o muy fluorados con 5 a 50 átomos de Carbono controlan la espuma en grasas de aceites lubricantes.

9) COMPUESTOS INORGÁNICOS

Algunas sales inorgánicas se han llegado a utilizar con antiespumantes en aplicaciones especiales. Ejemplos: fosfato monosódico mezclado con ácido bórico y carbonato de etilo controla la espuma en la formación de látex de copolímeros para retirar el estireno.

10) PRODUCTOS NATURALES

Se han utilizado mucho como desespumadores las ceras y los aceites vegetales, los aceites minerales y los derivados sulfatados de grasas y aceites vegetales, minerales y animales.

11) SILICONES

Los compuestos organosilícicos se encuentran entre los preventivos y destructores de espuma mas eficientes. Los silicones son materiales relativamente nuevos, sin embargo, por su potencia (capacidad para actuar a bajas concentraciones), su amplio intervalo de eficiencia y lo muy inertes que son desde el punto de vista químico los hace extraordinariamente atractivos. Se usan en la producción de mermeladas, vinos, en las fermentaciones, en la cocción de barnices, en aceites lubricantes, aceites de transmisión y en diversas industrias, como la papelera.

1.2.3 VENTAJAS DE LOS ANTIESPUMANTES DE SILICÓN SOBRE LOS ANTIESPUMANTES CONVENCIONALES

Las ventajas son las siguientes:

- Se utilizan en concentraciones muy pequeñas en comparación con los otros antiespumantes (13):

Silicones 2 ppm (0.0002% en peso)

Otros 1000 ppm (0.1000% en peso)

Lo cual hace que los antiespumantes de silicón tengan un costo más alto, debido a la menor cantidad que se utiliza.

- La tensión superficial (σ) es más pequeña comparada con los antiespumantes convencionales:

Silicones < 20 dinas/cm

Otros > 25 dinas/cm

Esto permite utilizarlo en una variedad más amplia de sistemas.

- Los antiespumantes de silicón son insolubles en la mayoría de los sistemas, por lo que causan poco o ningún efecto sobre el producto final mientras que, la mayoría de los antiespumantes convencionales son fácilmente solubles. Esta propiedad ayuda a que los antiespumantes de silicón permanezcan activos durante periodos más largos de tiempo, actuando a la vez como desespumantes y como antiespumantes.

- El nivel toxicológico se encuentra definido y es muy bajo.

1.2.4 USOS DE LOS ANTIESPUMANTES EN LA INDUSTRIA

Algunas de las industrias que presentan problemas de espumado en sus procesos y, por lo tanto son potenciales en el uso del silicón son (18):

INDUSTRIA ALIMENTICIA

+ Fermentación

- Vino

- Cerveza en los fermentadores verticales

- Bacterias debido a la aereación

+ Bebidas

- *Bebidas carbonatadas: problemas durante el embotellado y en la mezcla del jarabe con el agua carbonatada.*
- *Bebidas de uva: problemas durante el embotellado*
- *Jugos de fruta: en la mezcla del jugo concentrado con agua, en el embotellado, etc.*
- *Licores: durante la homogeneización en el embotellado, etc.*

+ Conservas

- *Frutas y vegetales: durante su lavado y en el reciclado de agua.*

+ Productos de leche

- *Helados: al agregar el saborizante al sistema (de agitación).*
- *Leche en polvo: cuando el agua es agregada a la mezcla de polvos.*
- *Pudines y sopas: en los procesos al vacío.*

INDUSTRIA QUÍMICA

+ Destilación

- *En las torres*
- *En el calentador secundario (reboiler)*

+ Polimerización

- *Emulsiones: la espuma se presenta cuando se hace pasar vapor a través del medio (polímero líquido)*

+ Lavado de glicoles

+ Agroquímicos

- *Pesticidas: durante la mezcla de la parte activa con los surfactantes y emulsificantes. También durante el empacado de pesticidas líquidos.*
- *Detergentes: durante su mezcla o dilución.*

INDUSTRIA PETROQUÍMICA

+ Refinación

+ Separación de gas-aceite

+ Asfalto

+ Solventes aromáticos clorinados

TRATAMIENTO DE AGUAS

+ *Tratamiento de aguas residuales municipales: en los procesos de aereación, en el digestor, etc.*

+ *Tratamiento de aguas residuales industriales: en la neutralización del agua en el clarificador, en los procesos de filtrado, etc.*

+ *Torres de enfriamiento: durante los procesos de recirculación, en los cristalizadores, etc.*

+ *Calentamiento de agua*

- *Calderas*

INDUSTRIA DE ADHESIVOS Y RECUBRIMIENTOS

+ *Pinturas*

+ *Recubrimientos base solvente y base agua*

+ *Espumas de poliuretano: en el control del tamaño y consistencia de la espuma.*

INDUSTRIA METALÚRGICA

+ *Soluciones de grabado: a medida que se va añejando la solución.*

INDUSTRIA TEXTIL

- + *Fabricación y teñido de telas debido a los surfactantes que se agregan en el baño.*
- + *Fibras sintéticas: en el sistema de alimentación al proceso de acabado de la fibra.*
- + *Forro de látex: debido al aire atrapado por la alta viscosidad del material.*
- + *Impresión: Debido al aire atrapado en la pasta.*

INDUSTRIA PAPELERA/ IMPRESIÓN

- + *Recubrimiento de papel en el baño de aplicación.*
- + *Tintas:*
 - *Generación de espuma debida a la agitación durante la producción de la tinta.*
 - *Durante su aplicación al papel.*
 - *Debido al aire "atrapado" en las tintas.*
- + *Pulpas:*
 - *Durante los lavados.*
 - *En el proceso de blanqueo.*
 - *Durante la formación de papel.*

1.3. GENERALIDADES DE LOS SILICONES

La química de los silicones es tan vasta como la química del carbono, y quizá mas fascinante por su novedad y por la posibilidad de nuevas aplicaciones que ofrece (14).

Baste decir que fueron utilizados por primera vez en 1942 como recubrimiento antiestático para aviones de guerra y que el silicio es el segundo elemento químico más abundante en la Tierra, dentro de una lista en la que el Carbono no figura siquiera como uno de los principales (Tabla 1.1).

TABLA 1.1

ELEMENTOS QUÍMICOS MAS ABUNDANTES DE LA TIERRA

<u>ELEMENTO</u>	<u>SÍMBOLO</u>	<u>%</u>
Oxígeno	O	49.2
Silicio	Si	25.7
Aluminio	Al	7.5
Fierro	Fe	4.7
Calcio	Ca	3.4
Sodio	Na	2.6
Potasio	K	2.4
Magnesio	Mg	1.9
Hidrógeno	H	0.9
Otros		1.5

		100 %

El silicio se encuentra colocado en la Tabla Periódica en el mismo grupo que el Carbono. Le corresponde el número atómico 14 y, al igual que el Carbono, cuenta con cuatro electrones de valencia que le permiten formar enlaces covalentes al compartir sus electrones con otros átomos.

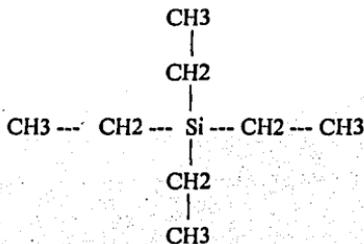
Así, el silicio actúa química y físicamente de forma semejante a la del Carbono, con la única gran diferencia de que solo forma enlaces sencillos y no dobles o triples como lo hace el Carbono.

El silicio se puede encontrar en la naturaleza en forma de arena, como dióxido de silicio (SiO₂) o como roca de cuarzo.

1.3.1 OBTENCIÓN DE LOS SILOXANOS

Friedel y Crafts, en 1863, fueron los primeros en sintetizar compuestos de tipo Si-C. Posteriormente, Friedel y Landerburg, a través de sus estudios comprobaron que el Silicio era un elemento capaz de formar compuestos similares a los que formaba el Carbono. Fue entonces cuando por primera vez se llegó a la síntesis del primer compuesto organo-silícico (Fig. 1.2).

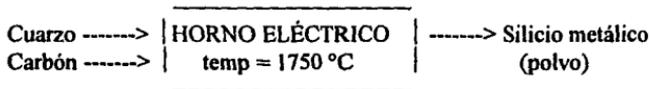
FIGURA 1.2



Tetraetilsilano

Sin embargo, no fue sino hasta la década de los treinta cuando el Dr. J.F.Hyde y el Dr Britton obtuvieron un producto organosilícico de alta resistencia a la temperatura, el cual fue utilizado con gran éxito en la Segunda Guerra Mundial. Es al final de la guerra cuando se inicia la comercialización de los productos de silicón.

Los silicones parten del silicio metálico, el proceso mediante el cual se le puede obtener es el siguiente:



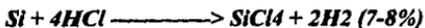
La reacción principal que se lleva a cabo en el horno eléctrico es la siguiente:



El silicio metálico obtenido se hace pasar a través de reactores de lecho fluidizado en presencia de ácido clorhídrico gaseoso, obteniéndose clorosilanos. La reacción sería la siguiente:

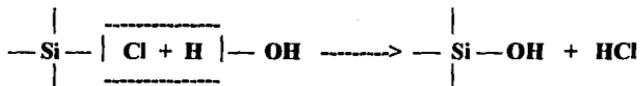


aunque también se presenta la siguiente reacción:



El SiCl_4 y el HSiCl_3 se separan por destilación.

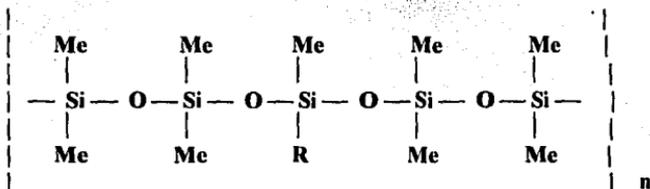
Los productos obtenidos presentan características químicas específicas que permiten que sean sometidos a reacciones químicas secundarias, como por ejemplo la hidrólisis. El producto de esta reacción es conocido como SILANOL.



Los silanoles obtenidos tienden a condensarse unos a otros, debido a su inestabilidad química, dando como resultado la obtención de siloxanos y agua:



Los siloxanos son susceptibles a reacciones subsecuentes, dando como resultado siloxanos de cadena más larga (polimerización):



R = Grupo Funcional (Radical)

1.3.2 PROPIEDADES GENERALES DE LOS SILICONES

El término de silicón es utilizado en la industria para denominar a los compuestos en cuya cadena principal se tengan alternados átomos de silicio y oxígeno, presentando como radicales grupos orgánicos.

Algunas de las características más relevantes de los órgano polisiloxanos son:

- + Alta resistencia a la temperatura*
- + Baja tensión superficial*

Se pueden clasificar en tres grandes grupos dependiendo de:

- + Grado de entrecruzamiento y/o polimerización*
- + Arreglo molecular*

Se tiene entonces:

- + Fluidos*
- + Elastómeros*
- + Resinas.*

1.4. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA CELULOSA

La celulosa es la materia prima principal para la fabricación del papel, dada la facilidad para unirse a otras fibras sin necesidad de agregar ningún tipo de agente químico. Esta unión se realiza a través de puentes de hidrógeno (7).

Existen varios tipos de celulosa y su uso depende de las propiedades finales del papel que se pretende fabricar. Uno de ellos es la celulosa proveniente de la madera de los árboles, otra gran fuente proviene del bagazo de la caña de azúcar; existen además otros tipos de celulosa de menor importancia.

Dado que la mayor cantidad de celulosa se obtiene de la madera, este será el proceso en que se enfocará este estudio.

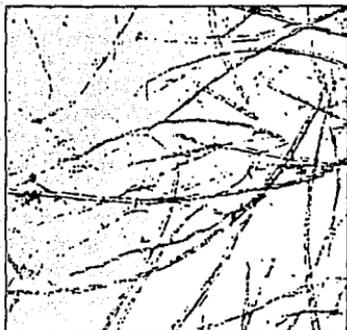
La celulosa está formada por una serie de fibras entrelazadas caprichosamente entre sí (Fig. 1.3).

Estas fibras en un principio sirvieron como ducto para la conducción de savia a todo el árbol. Conforme este va creciendo, y se va ensanchando, estos "ductos" van dejando de ser utilizados para ser reemplazados por "ductos" nuevos. Los "ductos" viejos quedan huecos y van sirviendo de soporte al árbol. Es a través de la lignina como se mantienen unidos actuando como un adhesivo entre las fibras para poder mantener la rigidez de los troncos.

Existen, por lo tanto, dos tipos de fibras:

a) Las que provienen de árboles con crecimiento todo el año: árboles de madera suave, como el pino, picea, abeto, etc.

b) Las que provienen de árboles que solo crecen en determinadas temporadas del año. Estos son conocidos como árboles de madera dura o rígida; algunos ejemplos son el maple, roble, árbol de goma, etc.



AMPLIFICADA 37 VECES

FIBRA LARGA



CORTE LONGITUDINAL



FIBRA LARGA (SOFTWOOD)
93% de madera de coníferas
0,03 mm. de diámetro (pereneóleas)
Hasta 8 mm. de largo.



AMPLIFICADA 37 VECES

FIBRA CORTA



SEGMENTACION DE UNA FIBRA CORTA



FIBRA CORTA (HARDWOOD)
60% de madera de árboles
caducifolios.
Más corta y más densa.

FIG 1.3

FIBRAS DE MADERA

(7)

Las fibras de madera suave son generalmente más largas, lo cual contribuye a una mayor resistencia en el papel. Las fibras de madera rígida, por ser más cortas, generalmente son las que se utilizan en relleno de la hoja del papel, haciéndose una mezcla de ambas para obtener las propiedades deseadas.

La primera parte del proceso de obtención de celulosa consiste en la eliminación de la corteza del tronco. Para esto se utilizan sistemas mecánicos de una serie de cuchillas giratorias (Fig. 1.4).

Estos troncos descortezados pasan por un desmenuzador ("astillador") en el cual se cortan los troncos en trozos más pequeños que permiten la penetración de los productos químicos que disuelven la lignina para así obtener el tamaño de fibra deseado (Fig. 1.5).

Estas "astillas" pudieran seguirse procesando a través de métodos mecánicos, hasta obtener el tamaño de fibra deseado. Sin embargo, se han desarrollado métodos químicos los cuales dañan menos a las fibras, obteniéndose fibras más fuertes con gasto menor de energía.

Existen básicamente dos procesos químicos que son:

- 1. Proceso Kraft*
- 2. Proceso con sulfitos*

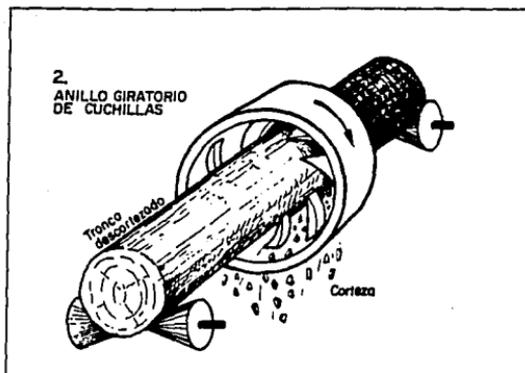
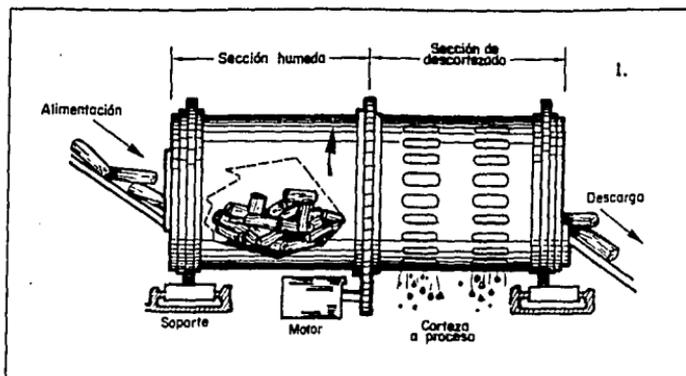
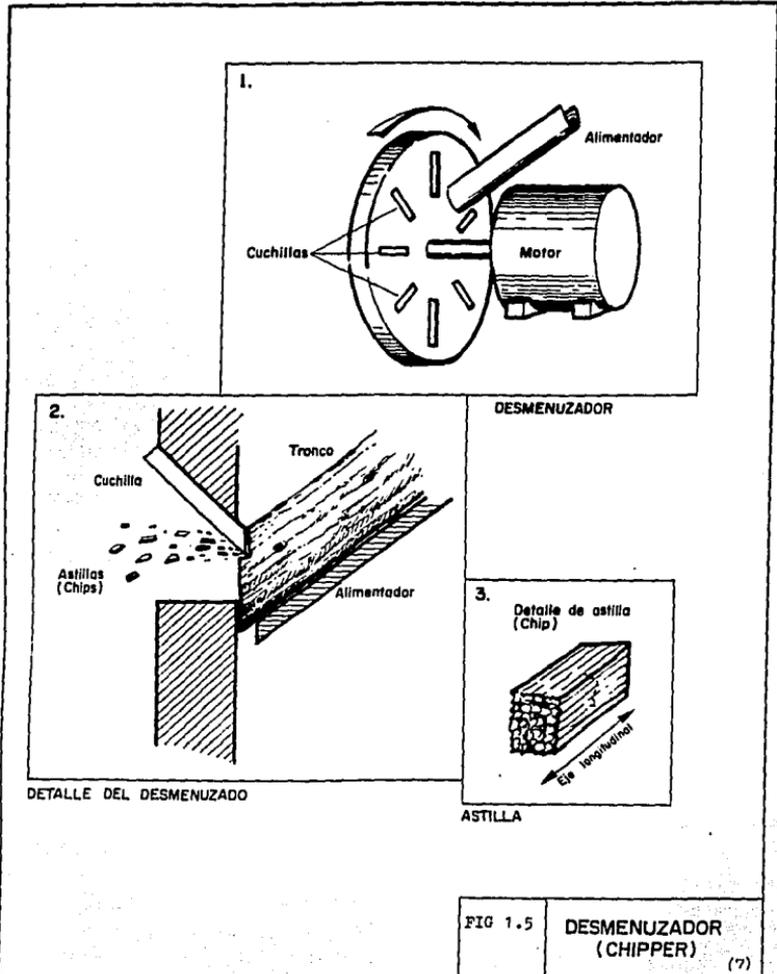


FIG 1.4

PROCESO DE ELIMINACION DE CORTEZA

(7)



1.4.1 PROCESO KRAFT

Es actualmente el proceso más utilizado en la industria debido, entre otras, a las siguientes ventajas:

- Se obtiene fibra de mayor resistencia.
- El proceso es tan versátil que permite manejar diversos tipos de madera.
- Existe recuperación de reactivos durante el proceso.

Este proceso se basa principalmente en un "cocimiento" en medio alcalino, utilizando hidróxido de sodio (NaOH) como reactivo principal, a un pH de 12, aproximadamente. La madera en su proceso de "cocimiento" libera ácidos que producen una reducción en el pH, sin embargo, si el nivel de éste decrece a niveles muy bajos, la calidad de la celulosa decrece también, lo cual se refleja en una baja resistencia de la fibra o en amarillamiento. Por otro lado, si el pH es demasiado elevado en el principio del proceso de "cocimiento", también puede dañarse la calidad de las fibras. Debido a lo anterior la cantidad de NaOH en el proceso es muy importante para poder obtener fibra con la mejor calidad. Esto se ha logrado agregando sulfuro de sodio como solución buffer:



El sulfuro de sodio ayuda a la obtención de las fibras al reaccionar con la lignina y removiéndola de estas.

La lignina es una macromolécula formada básicamente por una serie de "submoléculas" con gran número de grupos fenólicos y pequeños grupos orgánicos con gran facilidad para formar enlaces entre sí.

La primera reacción del hidróxido de sodio con la lignina es la del rompimiento de enlaces entre las grandes "macromoléculas". Después, el azufre ataca a estos pequeños fragmentos de lignina formando grupos ácidos o cargados con electrones libres, que ayudan a esos fragmentos a mantenerse en solución, y posteriormente poder ser removidos con facilidad de la estructura fibrosa.

En resumen, el proceso Kraft puede sintetizarse de la siguiente manera: el NaOH contribuye al rompimiento de la "macromolécula" de lignina en pequeños fragmentos. El sulfuro de sodio (Na₂S) contribuye a mantener el nivel de pH deseado, además ayuda a regular la reacción entre el NaOH y la madera para reducir el daño que la primera pudiera causarle a la pulpa. Por otro lado, el sulfuro de sodio también provee el azufre que reaccionará con los fragmentos de lignina, haciéndolos soluble en el medio (licor). Posteriormente, el licor se hace pasar por un quemador para recuperar los reactivos originales.

La única desventaja que se le ha encontrado a este proceso es el desagradable olor azufroso que se desprende en pequeñas cantidades.

1.4.2 PROCESO CON SULFITOS

El proceso con sulfitos presenta aspectos muy semejantes al PROCESO KRAFT. Este proceso difiere básicamente en la utilización de dióxido de azufre (SO₂) disuelto en agua para obtener el medio ácido que romperá a la lignina en fragmentos. El licor de cocimiento es preparado en un quemador de azufre. La reacción del SO₂ no solo rompe la macromolécula, sino que también forma moléculas conocidas como ácidos "lignosulfónicos", los cuales son posteriormente disueltos gracias a un ión positivo como por ejemplo iones de calcio.

Sin embargo, debido al alto potencial de contaminación y a los problemas de recuperación de reactivos, este proceso ha ido declinando en favor del proceso KRAFT.

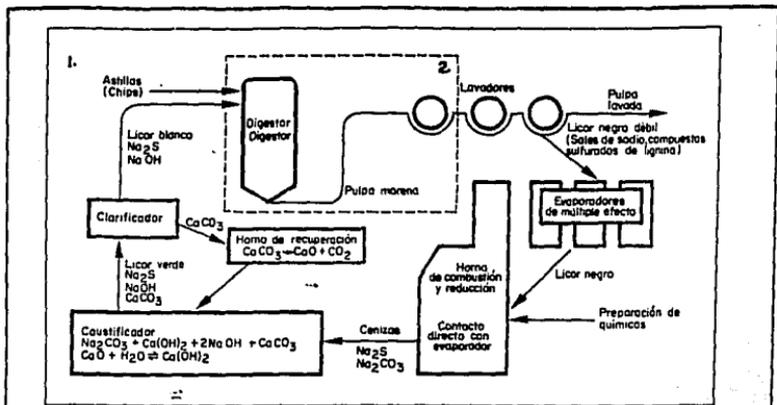
Tanto el proceso KRAFT, como el proceso por SULFITOS pueden llevarse a cabo en lotes o en forma continua; la maquinaria necesaria varía dependiendo del tipo de proceso, pero a manera general el diagrama del mismo se presenta en la Figura 1.6.

Las "astillas" son alimentados por la parte superior del digestor, haciéndolos pasar por una serie de mallas para obtener un tamaño homogéneo. En la entrada se hace pasar una corriente de vapor para ayudar a una mejor distribución de las "astillas" en el digestor, y al precalentamiento de estas para evitar la formación de condensado al entrar en contacto con el líquido de cocimiento.

Durante el proceso de cocimiento el digestor es elevado a la temperatura deseada, este aumento de temperatura provoca desprendimiento de gases dentro del digestor que generan un aumento de presión. En el proceso con sulfitos es necesario adicionar un tanque en la parte superior para recuperar los vapores de dióxido de azufre que se generan, el cual puede ser posteriormente utilizado para reforzar el líquido de cocimiento.

La temperatura y los tiempos de duración del proceso varían enormemente, en ambos procesos, dependiendo del tipo de madera que se está tratando, así como de las propiedades finales de la pulpa que se quiere obtener.

Por ejemplo, el proceso con SULFITOS puede variar dentro de un rango de temperatura desde 125 a 160 °C con un máximo de presión interna de entre 90 y 100 psi y tiempos de proceso por lote entre 6 y 12 horas; mientras que en el proceso KRAFT las temperaturas están por arriba de los 170 °C con tiempos de cocimiento óptimos de 8 horas.



CICLO DE RECUPERACION DE REACTIVOS

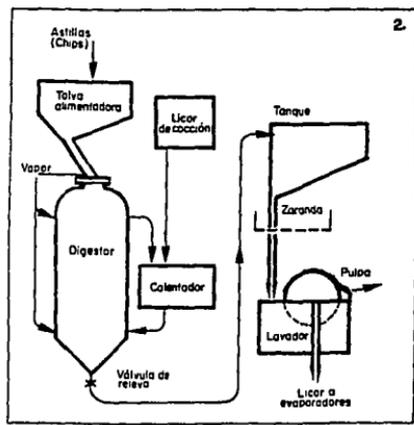


FIG. 1.6

PROCESO KRAFT

El licor penetra en las "astillas" por capilaridad y por aumento de presión dentro del digestor, es por esta razón que es importante trabajar con tamaños homogéneos de "astillas", logrando así que todas estas sean atacadas por el líquido de cocimiento.

Una vez terminado el proceso del digestor, este es abierto por la parte inferior y, gracias al aumento interno de presión, los "astillas" son desalojados con cierta facilidad.

La pulpa obtenida es pasada por una serie de mallas para remover las "astillas" que no completaron el proceso de cocimiento, las cuales son nuevamente alimentadas al digestor.

Después de este proceso, la pulpa se hace pasar por una serie de lavados para remover el exceso del líquido de cocimiento y obtener así una pulpa de alta calidad. En la siguiente figura podemos apreciar un esquema de como se lleva a cabo este proceso (Fig. 1.7).

La pulpa se hace pasar por un tanque de lavado a través de un tambor rotatorio. El líquido contenido en la pulpa se filtra a través de la malla del tambor gracias a un vacío parcial dentro de éste. La pulpa filtrada es recogida y se hace pasar varias etapas de lavado hasta obtener la calidad de la pulpa deseada.

Es precisamente en este punto del proceso en donde se genera gran cantidad de espuma, como consecuencia de la formación de "jabones" durante el proceso de cocimiento, en el cual están presentes ácidos abiéticos, de la brea de la madera y sosa cáustica en caliente; estos "jabones" no producen una espumación importante, pero al bajar la temperatura y darse la dilución, el efecto se magnifica. Esa espuma debe controlarse a fin de evitar derrames y pérdida de celulosa (fibra) y para evitar la pérdida de eficiencia en el secado por vacío que se lleva a cabo en los tambores rotatorios.

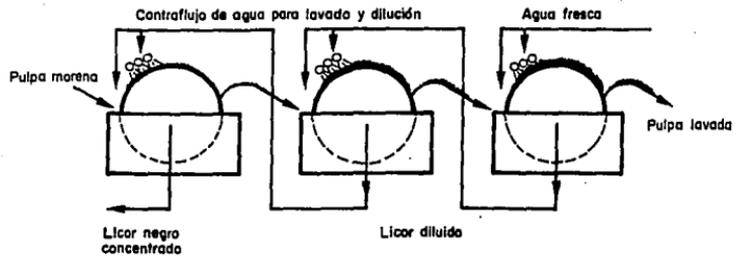
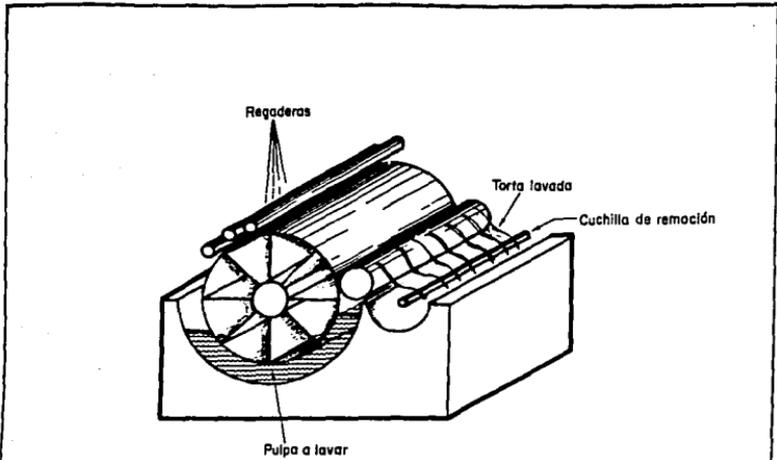


FIG. 1.7	<p style="text-align: center;">PROCESO DE LAVADO</p> <p style="text-align: right;">(?)</p>
----------	---

1.5. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PAPEL

El proceso de fabricación de paapel consta básicamente de las siguientes etapas.

- *Desfibrado / Pulpeo*
- *Refinación*
- *Preparación de pastas*
- *Homogeneización y formación*
- *Secado*
- *Tratamiento superficial*
- *Reembobinado*

1.5.1 DESFIBRADO/PULPEO

En esta operación se introduce al sistema de celulosa que formará el papel, mezclándola con agua en proporción de 50 partes de agua por una de celulosa.

Normalmente el papel no se fabrica de un solo tipo de celulosa, sino que se mezclan dos o tres tipos de ellas con fines económicos y más comunmente, para impartir características específicas al producto final.

Una mezcla típica para un papel de escritura es 40% celulosa fibra larga, 40% celulosa fibra corta y 20% de celulosa reciclada, sin embargo la proporción de fibra reciclada puede aumentar considerablemente en otro tipo de papeles como los que se utilizan para empaques.

La celulosa reciclada proviene del desperdicio de papel, el cual es necesario desfibrar para que se incorpore con el resto.

Para ello, es necesaria una gran turbulencia la cual es generada por un equipo conocido como "pulper", el cual se asemeja a una licuadora de gran tamaño.

1.5.2 REFINACIÓN

La mezcla de celulosa preparada en el pulper no tiene un tamaño homogéneo en las fibras que la conforman, lo que puede generar una formación deficiente. La solución es homogeneizar este largo lo mas posible y eliminar lo restos de astilla con ayuda de unas cuchillas rotatorias llamadas refinadores, las cuales cortan las fibras en húmedo y se ayudan de una serie de cribas para seleccionar el largo de las mismas. A estas últimas se les llama depuradores. Al terminar el proceso de refinación, la mezcla agua-celulosa tiene una consistencia del 2 al 3% y se le denomina "pasta".

1.5.3 PREPARACIÓN DE PASTAS

La pasta se almacena en tanques enormes que contiene normalmente un volumen capaz de alimentar la máquina de papel durante 1 ó 2 horas. En estos tanques se incorpora la mayoría de los productos químicos que imparten características especiales al papel. Entre ellos encontramos:

- Cargas: caolín y carbonato de calcio. Imparten opacidad y reducen costos de papel*
- Encolantes: Imparten resistencia al agua y a las tintas*
- Almidones: Imparten lisura y resistencia al papel*
- Suavizantes: Imparten suavidad y aumentan el volumen del papel*

- *Dispersantes: Actúan como tensoactivos para evitar la precipitación de materiales*

- *Agentes de retención: Coagulantes que ayudan a la formación de la hoja de papel*

Algunos de ellos se prefiere agregarlos en el siguiente paso obtener una mejor efectividad.

1.5.4 HOMOGENEIZACIÓN Y FORMACIÓN

La pasta formulada es una mezcla compleja de celulosa, productos químicos, residuos y agua, la cual, si no se homogeneiza no puede formar un papel uniforme. Para ello, la pasta se hace pasar por una bomba de abanico que genera una enorme turbulencia y termina por homogeneizar la pasta y la impele a gran presión a un tanque justo al frente de la máquina de papel llamado "caja de entrada". Ahí, la presión distribuye uniformemente la pasta a través de las regaderas que la depositan sobre una tela de polipropileno en movimiento que drena el agua. Las fibras, al verse súbitamente deshidratadas forman un coloide con ayuda de polímeros coagulantes. Este coloide al prensarse y terminar de secar genera la trama de fibras que forman el papel.

La turbulencia en este punto, aunada a la presencia de tensoactivos, producen espuma en las charolas que recogen el agua drenada para regresarla al proceso. Si esta espuma se estabiliza y regresa al proceso, puede ser muy nociva creando cavitación en la bomba de abanico, baja eficiencia de productos químicos y pérdida de productividad al romper la hoja de papel debido a una mala formación.

1.5.5 SECADO

El papel que sale de la mesa de formación contiene todavía mucha agua, por lo que se utiliza un proceso de drenado con ayuda de vacío, posteriormente se prensa la hoja y se le transporta con un fieltro a través de secadores rotatorios alimentados con vapor. El número de secadores depende del gramaje del papel y puede ir de 20 a 50.

1.5.6 TRATAMIENTO SUPERFICIAL

Algunas máquinas de papel incluyen a la mitad de los secadores unas prensas llamadas "prensas de encolado" donde se aplica una dispersión acuosa de ciertos materiales a la superficie del papel para impartirle características especiales, de las cuales se hablará a continuación.

El papel ha ganado con el avance tecnológico aplicaciones muy específicas donde su resistencia, apariencia, recubrimiento y tratamiento químico son determinantes. Estas características los hacen ser papeles especiales donde su valor aumenta considerablemente, ya que su fabricación es un poco más complicada, por lo que su producción es bastante menor en relación a los papeles de escritura, sanitario y de empaque.

Dentro de los papeles llamados especiales tenemos:

- Glassine: para envoltura de chocolates y alimentos*
- Base para siliconar: para respaldo de etiquetas autoadheribles*
- Antigrasa: para fabricación de cuñetes de materiales grasosos y bolsas de envoltura de alimentos calientes*
- Base para aluminizar: para fabricar papel aluminio*

- *Antihongo: para envoltura de jabones, cosméticos y medicinas*
- *Couché: papel recubierto para impresión de revistas*
- *Cromecote: papel para impresión de catálogos y folletos de acabado brillante*
- *Aerocopy: papel delgado para copias al carbón y envolturas*

En algunos casos se recurre a operaciones posteriores en las cuales se les trata a presión en calandras (glassine y base a siliconar), en otros casos se les aplica en recubrimientos a manera de pintura en una recubridora (couché y cromecote) y en otros se les aplican biocidas o teflón en la prensa de encolado (antihongo - antigrasa).

CAPÍTULO II
ESTUDIO DE MERCADO.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1. ESTUDIO DE LA DEMANDA

2.1.1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ANTIESPUMANTE EN LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA.

La demanda de los antiespumantes por parte de la industria de la celulosa parte de la necesidad de controlar la espuma que se genera en el proceso de lavado.

La madera contiene lignina y resinas naturales que cuando se encuentran en un medio altamente alcalino, se saponifican generando lo que prácticamente es un jabón y con ello, espuma, cuya presencia crea pérdida de materias primas, baja eficiencia en los evaporadores, cavitación de bombas y retrasos en la producción.

Para controlarla, normalmente se utiliza alrededor de un kilo de antiespumante convencional por tonelada de celulosa base seca.

En el caso de los antiespumantes de silicón esta adición puede reducirse hasta unos quinientos gramos o menos por tonelada promedio.

Para calcular la capacidad de una planta destinada a la fabricación de estos antiespumantes, se considerará la producción total de celulosa en el país sin importar el proceso seguido o el tipo de planta vegetal del que se parta, ya que estos antiespumantes pueden ser utilizados, indistintamente en cualquiera de estos casos.

Según el ANUARIO ESTADISTICO DE LA CÁMARA DE LA CELULOSA Y EL PAPEL, la producción en los últimos 10 años ha sido la siguiente:

TABLA 2.1

**TOTAL PRODUCCION DE CELULOSA
(TONELADAS MÉTRICAS)**

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCIÓN</u>
1983	759,480
1984	800,642
1985	820,416
1986	772,536
1987	780,535
1988	809,217
1989	799,043
1990	771,845
1991	105,111
1992	559,783
1993	343,571

TABLA 2.2
PROYECCIÓN
(MILES DE TONELADAS)

<u>AÑO</u>	<u>CAP INSTALADA</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>POSIBILIDAD DE PROD</u>
1994	977	1009	879
1995	977	1015	879
1996	977	1024	879
1997	977	1025	879
1998	977	1026	879

De acuerdo a lo anterior es evidente la baja sustancial que se ha practicado en la producción de celulosa en México.

Los costos de producción en relación con el precio y la calidad de la celulosa de importación son el principal motivo para ello.

Sin embargo, como se puede apreciar, las proyecciones de la CNICP pronostica una probabilidad de producción de 879 000 toneladas en el próximo lustro. Si bien esto no lo consideramos factible para el bienio 1994-1995 debido al periodo de transición que atraviesa la economía mexicana, si resulta posible a partir de 1996 en función de 3 factores:

1. SCOTT PAPER, una de las empresas papeleras mas grandes del mundo ha anunciado importantes inversiones en México.

2. Se ha iniciado un proyecto de la iniciativa privada avalado por el gobierno para la siembra de árboles destinados al consumo de la industria de la celulosa y el papel. Los viveros se han instalado ya en el sureste del país.

3. Los datos de consumo y producción de papel de la CNICP demuestran que el consumo del mismo no ha decrecido a pesar de la baja en el poder adquisitivo de la población. Esto hace pensar que un repunte en este último haría crecer el consumo y con ello la demanda de celulosa.

Es de esperarse por tanto que al estabilizarse la economía y contar con plantas más eficientes resultado de las nuevas inversiones, el consumo de celulosa aumente y con ello el interés por su fabricación eficiente en el país.

Considerando que una planta de las características de la que aquí se propone tarda en su montaje, arranque y prueba alrededor de un año en instalarse, a partir del momento en que se consigan los créditos necesarios, se puede hablar de hasta dos años antes de entrar en su fase operativa lo cual cubre el periodo de transición (1).

Es por ello que se propone diseñar una planta capaz de cubrir las necesidades de antiespumante para la fabricación de 800,000 toneladas de celulosa por año. Esta cifra corresponde al 90% de la expectativa de producción esperada por la CNICP y corresponde aproximadamente al 75% de la capacidad instalada de producción en el país. Además corresponde a la media que se producía en el país antes de la desaceleración económica de 1992 y 1993.

De esta forma, la planta se calcularía en base a:

$$800\ 000\ \text{ton/año} * 0.5\ \text{Kg antiespumante/ton} = 400,000\ \text{Kg} = 400\ \text{ton/año}$$

Como medida de contingencia se explorará el mercado del antiespumante para la producción de papeles especiales.

2.1.2 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ANTIESPUMANTE EN LA FABRICACIÓN DE PAPELES ESPECIALES

Los antiespumantes juegan un papel muy importante en la adecuada operación de una máquina de papel.

La enorme turbulencia necesaria para integrar fibras, cargas y productos químicos justo antes de pasar a la caja de entrada de una máquina de papel, incorpora pequeñas cantidades de aire en el sistema, lo que aunado a los tensoactivos presentes en la mayoría de los productos químicos que se utilizan, genera espuma en las charolas que recogen el agua drenada para regresarla al proceso.

Si esta espuma se estabiliza y regresa al sistema, genera cavitación de la bomba de abanico y con ello variaciones en la formación de papel, el cual se rompe causando serias pérdidas de producción.

Los antiespumante tradicionales se utilizan en dosificación de 0.5 a 1 Kg por ton de celulosa base seca.

En tanto, el antiespumante de silicón puede ser activo desde concentraciones tan bajas como 60 ppm, sin embargo debido a la enorme cantidad de agua presente en la producción de papel se recomienda su dosificación de 0.1 a 0.2 kg/ton de papel.

De acuerdo al anuario estadístico de la CNICP la producción de 1993 de papel por tipos es la siguiente:

TABLA 2.3

**PRODUCCIÓN DE PAPEL POR TIPOS
(TONELADAS MÉTRICAS)
1993**

<i>ESCRITURA E IMPRESIÓN</i>	723,942
<i>EMPAQUE</i>	1,567,770
<i>SANITARIO</i>	446,748
<i>ESPECIALES</i>	24,973

De acuerdo a lo anterior y tomando en cuenta la producción de papeles especiales a razón de 0.1 Kg/ton se tendría un consumo potencial de:

$$24,973 \text{ ton/año} * 0.1 \text{ Kg antiespumante /ton} = 2,497 \text{ ton/año}$$

Así pues, la planta propuesta en el inciso anterior cuenta con un mercado alternativo amplio en caso de tener que entrar en contingencia por retraso en el repunte del mercado de celulosa.

En cuanto a los clientes potenciales de estos productos, el mercado lo constituyen un total de 15 empresas localizadas en los estados de Chihuahua, Veracruz, Jalisco, México, Oaxaca, Michoacán y Durango, principalmente; a continuación se enlistan las de mayor importancia (Fig. 2.1)

- ALFA CELULOSA, S.A
- CARTÓN Y PAPEL DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- * CELULOSA DE CHIHUAHUA, S.A.
- CELULOSA PAPELERA, S.A. DE C.V.
- CELULOSA Y PAPEL DE DURANGO, S.A. DE C.V.
- CELULOSA Y PAPEL DE MICHOACÁN, S.A. DE C.V.
- CELULOSA DE OARZO, S.A.
- CELULOSA CENTAURO, S.A. DE C.V.
- CIA. FCAS. DE PAPEL DE SAN RAFAEL Y ANEXAS, S.A. DE C.V.
- CIA. INDUSTRIAL DE ATENQUIQUE, S.A. DE C.V.
- DESTILACIONES Y QUÍMICA, S.A. DE C.V.
- EMPAQUES SAN PABLO, S.A., DE C.V.
- FABRICA DE CELULOSA EL PILAR, S.A.
- * KIMBERLY CLARK DE MÉXICO, S.A. DE C.V..
- PRODUCTOS SAN CRISTÓBAL, S.A. DE C.V.

Las empresas marcadas con asterisco son las más importantes, produciendo el siguiente porcentaje del total:

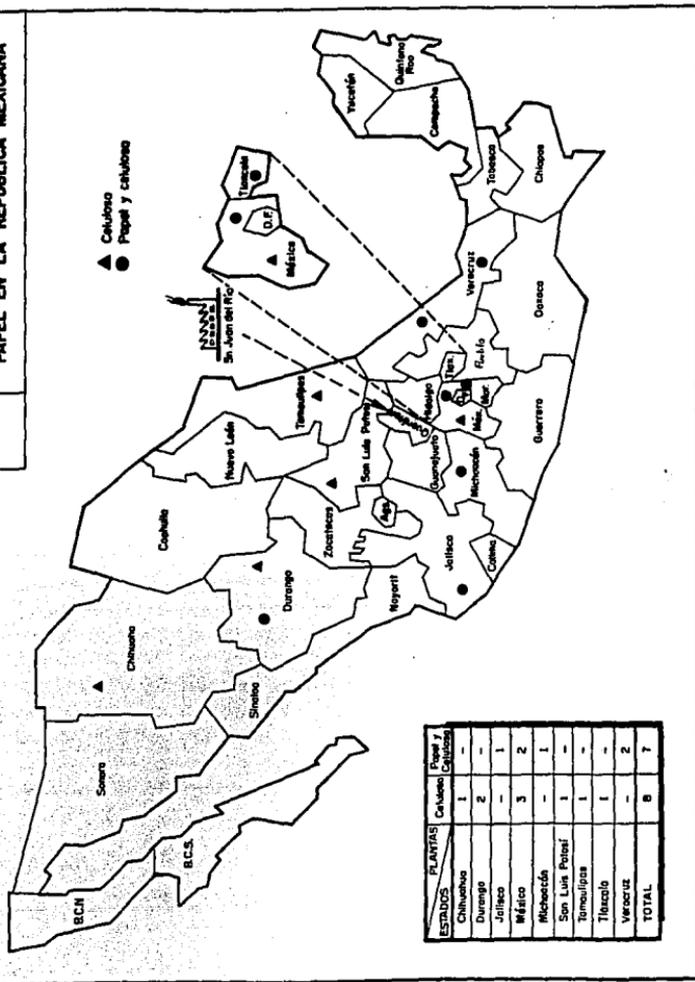
CECHISA	13.8%
DURANGO	9.7%
CEPAMISA	12.3%
FAPATUX	11.1%
KCM	22.9%

TOTAL	69.8%

Así pues, la planta deberá producir antiespumante de silicón en un turno para satisfacer la demanda de 400 toneladas por año enfocada a la venta entre estos cinco clientes principales.

LOCALIZACION DE LAS PLANTAS Y PRODUCTORIAS DE CELULOSA Y PAPEL EN LA REPUBLICA MEXICANA

FIG. 2.1



2.2. ESTUDIO DE LA OFERTA

2.2.1 COMPETENCIA, PRECIOS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los proveedores de la Industria de la Celulosa y el Papel normalmente son compañías químicas trasnacionales que cuentan con recursos suficientes para poder surtir los volúmenes de consumo, además de poder aportar la tecnología y el servicio de aplicación necesarios.

En el ámbito de los antiespumantes usados actualmente en la producción de la celulosa se tienen a dos compañías proveedoras: Quacker Oil Company y National Aluminat Co.

Ambos surten antiespumantes conocidos como "ayudas de lavado" que se utilizan en los lavadores de pulpa morena. Estos antiespumantes son base agua y base aceite. El nivel de aprecio de estos productos se encuentra entre N\$2.30 por kilo como mínimo para un producto base aceite y de N\$6.30 como máximo para uno base agua.

Aunque el mercado está muy orientado a una situación de precio, el servicio técnico y de aplicación cuenta mucho al decidir entre un producto y otro, al grado de que la oportunidad de resolver un problema operativo, puede justificar un sobreprecio en el producto.

Otro punto importante es la facilidad de manejo y dosificación. Mientras menos cantidad de material se agregue y mientras más espaciado sea el tiempo del cambio de un tambor, más apreciado será el producto.

Así mismo, evitar operaciones extras como diluciones, mezclas, o cambios en la dosificación son clave para su selección.

En función de lo anterior se pueden comparar las ventajas de un antiespumante base silicón contra un antiespumante base aceite o agua. En términos generales las ventajas son las siguientes:

- *Menor nivel de dosificación. Los antiespumantes de silicón son activos desde sesenta ppm, mientras que sus competidores requieren diez veces más concentración.*

- *Tiempo de actividad antiespumante más largo. La tensión superficial del aceite de silicón, su insolubilidad en el agua y su facilidad de dispersión permiten actuar hasta tres veces más tiempo que sus contrapartidos orgánicos.*

- *Nulo impacto ambiental. Esta es una de las principales diferencias ya que los antiespumantes orgánicos contienen pequeñas cantidades de Dibenzodioxina (DBD), y de Dibenzofurano (DBF), los cuales al entrar en contacto con el cloro presente en el proceso de blanqueo, forman sustancias generalmente conocidas como "Dioxinas" (tetraclorodibenzodioxina TCDD y tetraclorodibenzofurano TCDF) (7), las cuales son extremadamente tóxicas, al grado que con tan sólo tres partes por trillón de concentración en lagos y ríos puede acabar con la vida de peces y fauna acuática en general (Fig. 2.2)*

Los antiespumantes de silicón están libres de los precursores de la dioxina, además de que no son reactivos ni tóxicos para los animales o humanos.

Entre las desventajas de los antiespumantes de silicón tenemos:

- *Precio. Hasta dos veces más elevado.*

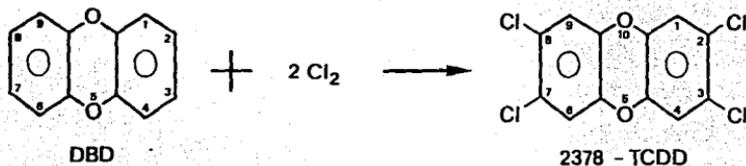
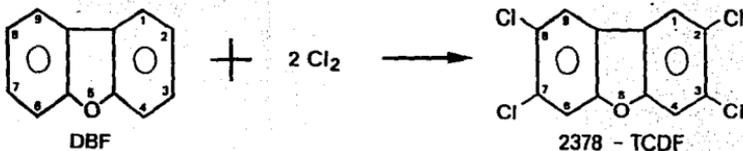
- *En algunas presentaciones concentradas se requiere de una operación previa de dilución antes de poderlos dosificar.*

Por todo lo anterior, la oportunidad para los antiespumantes de silicón está en empresas grandes que cuentan con departamentos técnicos capaces de poder evaluar un rendimiento y que se encuentren conscientes de la necesidad de preservación ambiental.

FIG. 2.2

MECANISMO DE CLORACION DE LA DIOXINA

(14)



2.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La ubicación de una planta depende, entre otros factores, de los siguientes:

- Cercanía de los clientes a quienes surtirá*
- Cercanía de los proveedores de materias primas*
- Disponibilidad de refacciones, servicios y comunicaciones*
- Disponibilidad de fuerza laboral capacitada*
- Incentivos fiscales*
- Fuentes de financiamiento*
- Consideraciones ecológicas sobre el proceso, etc.*

En el caso de esta tesis, se tiene un mercado muy disperso. Los clientes lo mismo se ubican en Michoacán, que en Chihuahua o Veracruz. En contraste, las proveedoras se concentran en su mayoría en la capital de la República.

En cuanto al proceso, se trata de una fabricación sencilla, no contaminante, que no requiere de personal altamente calificado. La inversión requerida está al alcance de un empresario promedio y no es un producto que sea susceptible de obtener incentivos. Por el contrario, sí se requiere de adecuadas comunicaciones, fácil acceso a carreteras, refacciones y servicios, además de agua de buena calidad.

En función de lo anterior se ve la conveniencia de que la planta se localice en un radio de 100 a 200 Km de la Cd de México. Cuatro ciudades se proponen como alternativa: Puebla, Pue., Cuernavaca, Mor., San Juan del Río, Qro. y Atlacomulco, Edo. de Mex. Las cuatro ofrecen parques industriales y condiciones propicias para la actividad. Para detectar la ubicación se requiere de hacer un análisis y calificar cada opción ponderando las características que son mas importantes (cuadro anexo).

<u>CARACTERÍSTICA</u>	<u>PUEBLA</u>	<u>CUERNAVACA</u>	<u>SJ DEL RIO</u>	<u>ATLACOMULCO</u>	<u>PONDERACIÓN</u>
Cercanía de clientes	4	0	6	4	1-10
Cercanía de proveedores	8	10	8	7	0-6
Calidad de servicios	10	10	8	5	0-10
Calidad de comunicaciones	10	10	10	7	1-10
Personal disponible	10	6	8	5	0-8
No restricciones ecológicas	0	0	7	5	0-10
Costo de vida	6	0	10	8	0-10
Calidad de fletes	10	6	10	8	0-6
TOTAL	58	42	67	49	

De acuerdo a lo anterior, se escoge la localización en San Juan del Río Querétaro por estar a la orilla de la principal carretera que une el norte y el occidente del país, y que la separa a menos de 2 horas de la capital.

La calidad de los servicios es buena, la disponibilidad de gente capacitada es adecuada por la cercanía de Querétaro donde se cuenta con una Universidad y dos tecnológicos. La disponibilidad de refacciones y materias primas es buena debido a la cercanía con el D.F. En la zona se hallan ya importantes empresas, de ahí que las comunicaciones, la fiscalización y los métodos de conservación ecológica son entendidos y funcionan adecuadamente.

CAPÍTULO III
DISEÑO DE LA PLANTA.

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1 BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO						
		KARINA SANCHEZ ULSA						
<p style="text-align: center;">3.1.1. GENERALIDADES</p> <p>3.1.1.1. FUNCIÓN DE LA PLANTA.</p> <p><i>La función principal de la planta es la producción de un antiespumante base silicón para uso en la industria de la celulosa, con capacidad suficiente para satisfacer la demanda nacional y para poder abarcar otros mercados en una segunda etapa de desarrollo.</i></p> <p>3.1.1.2. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.</p> <p><i>Parque Industrial San Juan del Río, Querétaro.</i></p> <p>3.1.1.3. TIPO DE PROCESO.</p> <p><i>Dispersión en frío con dos pasos de agitación mezclado. Proceso discontinuo e intermitente (operando cinco días a la semana por lotes).</i></p> <p>3.1.1.4. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS GENERALES.</p> <p>3.1.1.4.1. TEMPERATURA (21)</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><i>Máxima extrema:</i></td> <td>35.0° C</td> </tr> <tr> <td><i>Mínima extrema:</i></td> <td>-5.0° C</td> </tr> <tr> <td><i>Máxima promedio:</i></td> <td>23.7° C</td> </tr> </table>			<i>Máxima extrema:</i>	35.0° C	<i>Mínima extrema:</i>	-5.0° C	<i>Máxima promedio:</i>	23.7° C
<i>Máxima extrema:</i>	35.0° C							
<i>Mínima extrema:</i>	-5.0° C							
<i>Máxima promedio:</i>	23.7° C							

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ ULSA
<p> <i>Mínima promedio: 6 °C</i> <i>De bulbo húmedo promedio: 23 °C</i> </p> <p> 3.1.1.4.2. PRECIPITACIÓN PLUVIAL. </p> <p> <i>Anual media: 700 mm.</i> </p> <p> 3.1.1.4.3. VIENTOS. </p> <p> <i>Velocidad máxima: 120 km/hr.</i> </p> <p> 3.1.1.4.4. PRESIÓN ATMOSFÉRICA </p> <p> <i>1 atm</i> </p>		

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO.	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
<p align="center">3.1.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN</p> <p>3.1.2.1. CAPACIDAD DE DISEÑO</p> <p>Con un estimado de producción de celulosa de 800,000 toneladas por año (ver información del capítulo II) y considerando la cantidad mínima necesaria de antiespumante de silicón en el proceso, se tiene que:</p> <p align="center">800,000 ton celulosa/año * 0.5 Kg de antiespumante de silicón/ton de celulosa</p> <p>Así, la capacidad de diseño será de:</p> <p align="center">400 toneladas de antiespumante de silicón/año</p> <p>3.1.2.2. FACTOR DE OPERACIÓN</p> <p>Se considerará 20 días hábiles por mes. 15 días festivos por año y 5 días para mantenimiento general y preventivo, se tiene entonces:</p> <p align="center">220 días de producción/año</p> <p>3.1.2.3. TAMAÑO DE LOS LOTES</p> <p>Considerando:</p> <p align="center">400,000 Kg ant sil/año * 1 año/220 días = 1818.18 Kg/día</p>		KARINA SANCHEZ ULSA

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO KARINA SANCHEZ ULSA
---	-----------------------------	--

así, la capacidad normal de operación será de:

1800 kg/lote // 396 ton/año

La capacidad máxima de operación será de:

2000 kg/lote // 440 ton/año

y la capacidad de diseño de:

2100 kg/lote // 462 ton/año.

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ
		ULSA

3.1.3. ESPECIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACIÓN DEL PROCESO

3.1.3.1. AGUA

	<i>ALIMENTACIÓN</i>	<i>PROCESO</i>
<i>Dureza [ppm CaCO₃]</i>	8 - 18	0
<i>Alcalinidad (fenolftaleína) [ppm]</i>	0	4 - 6
<i>pH</i>	5.0 - 6.5	7.5 - 9.5
<i>Conductividad [mmhoos]</i>	25 - 60	-70 a -125
<i>Temperatura</i>	<i>AMBIENTAL</i>	
<i>Presión</i>	<i>ATMOSFÉRICA</i>	

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ
ULSA		
3.1.3.2. CONCENTRADO DE SILICÓN (11)		
<i>Apariencia</i>	<i>Líquido denso grisáceo opaco</i>	
<i>Ingrediente activo [%]</i>	<i>100</i>	
<i>Gravedad específica</i>	<i>@ 25 °C</i>	<i>1.03</i>
<i>Viscosidad [cps]</i>	<i>2500</i>	
3.1.3.3. CARGAS (Silica)(11)		
<i>Área superficial [m²/g]</i>	<i>130.00</i>	
<i>pH (pasta al 4%)</i>	<i>4.00</i>	
<i>Densidad</i>	<i>3.00</i>	
<i>Volátiles</i>	<i>1.00 máximo</i>	
<i>Residuo tamizado (325 mesh) [%]</i>	<i>0.02 máximo</i>	
<i>Apariencia</i>	<i>polvo fino blanco</i>	

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO KARINA SANCHEZ ULSA
3.1.3.4. BIOCIDA (conservador)		
<i>Apariencia</i>	<i>Líquido homogéneo aceitoso</i>	
<i>pH</i>	<i>2.5 - 5.1</i>	
<i>Dispersión [%]</i>	<i>1.00</i>	
<i>Total de activos [%]</i>	<i>1.40 - 1.60</i>	
<i>Gravedad específica</i>	<i>@25 °C 32-37</i>	
3.1.3.5. DISPERSANTE		
<i>Producto activo</i>	<i>polipropilenglicol</i>	
<i>Viscosidad (cp)</i>	<i>@ 25 °C 32 - 37</i>	
<i>Agua [%]</i>	<i>0.15 máximo</i>	
<i>Materia suspendida</i>	<i>sustancialmente libre</i>	

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1 BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ
ULSA		

3.1.4. PROGRAMACIÓN DEL PROCESO

Para un lote de 1800 Kg (24):

<i>Componente</i>	<i>Kg</i>	<i>%</i>
1. Agua	1528	84.9
2. Conc de silicón	180	10.0
3. Carga (sílica)	72.0	
4. Biocida	18.0	1.00
5. Dispersante	2.0	0.10

Inventario:

<u>Componente</u>	<u>Días</u>	<u>Masa (Kg)</u>	<u>Vol (lt)</u>	<u>Volreg (lt)</u>
1. Agua	5	7640	7640	8988
2. Conc de silicón	10	1800	1800	2118
3. Carga (sílica)	---	---	---	---
4. Biocida	10	180	180	212
5. Dispersante	---	---	---	---

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.1. BASES DE DISEÑO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ ULSA
<p align="center">3.1.5. SERVICIOS AUXILIARES</p>		
<p>3.1.5.1. AGUA (de límite de baterías)</p>		
<i>Flujo</i>	35 gpm	
<i>Presión</i>	0.5 kg/m²	
<i>Temperatura</i>	25°C	
<p>3.1.5.2. AIRE (de límite de baterías)</p>		
<i>Flujo</i>	—	
<i>Presión</i>	7.03 kg/cm²	
<i>TDP</i>	-40 °C	
<p>3.1.5.3. ELECTRICIDAD</p>		
Fuerza: <i>KW</i>	 10	
<i>Voltaje</i>	220 - 440 Volts	
<i>Frecuencia</i>	60 Hz	

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.2. LISTA DE EQUIPO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ
ULSA		
TANQUES ATMOSFÉRICOS		
<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TAG</u>
1	Tanque de almacenamiento del concentrado de silicón.	TA - 01
2	Tanque de almacenamiento de biocida.	TA - 02
3	Tanque de almacenamiento de agua.	TA - 03
4	Tanque mezclador del nivel superior	TM - 01
5	Tanque mezclador principal	TM - 02

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.2 LISTA DE EQUIPO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ
ULSA		
BOMBAS CENTRÍFUGAS		
<u><i>TAG</i></u>	<u><i>DESCRIPCIÓN</i></u>	<u><i>TAG</i></u>
<i>1</i>	<i>Bomba de surtimiento de agua.</i>	<i>B0-01</i>
<i>2</i>	<i>Motor de bomba de surtimiento de agua.</i>	<i>MBO-01</i>
<i>3</i>	<i>Bomba auxiliar de surtimiento de agua.</i>	<i>B0-02</i>
<i>4</i>	<i>Motor de bomba auxiliar de surtimiento de agua.</i>	<i>MBO-02</i>

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.2. LISTA DE EQUIPO	PLANTA SAN JUAN QUERETARO
		KARINA SANCHEZ
ULSA		
AGITADORES		
<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TAG</u>
1	<i>Agitador del tanque mezclador del nivel superior.</i>	AG-01
2	<i>Motor del agitador del tanque mezclador del nivel superior.</i>	MAG-01
3	<i>Agitador del tanque de mezclado principal.</i>	AG-02
4	<i>Motor del agitador del tanque mezclador principal.</i>	MAG-02

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICON	3.3. LISTA DE MOTORES			PLANTA SAN JUAN QUERETARO		
				KARINA SANCHEZ		
					ULSA	
<u>TAG</u>	<u>SERV.</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>MOTORES</u>		<u>KW</u>	
			<u>OPERANDO</u>	<u>REPUESTO</u>	<u>TOTAL</u>	
MIBO-01	MOTOR DE LA BOMBA DE SURTI- MIENTO DE AGUA.	BO-01	1	0	1	0.5
MIBO-02	MOTOR DE LA BOMBA AUXILIAR DE SURTI- MIENTO DE AGUA.	BO-02	0	1	1	0.5
MAG-01	MOTOR DE AGITADOR DEL TANQUE MEZCLADOR DEL NIVEL SUPERIOR.	AG-01	1	0	1	1
MAG-02	MOTOR DE AGITADOR DEL TANQUE MEZCLADOR PRINCIPAL.	AG-02	1	0	1	1

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de fabricación es el siguiente:

1) Se carga la mitad del agua requerida para el lote, proveniente del tanque de almacenamiento de agua TA-03, en el tanque mezclador del nivel superior TM-01, mediante la bomba BO-01 (6).

2) Se carga el tanque de almacenamiento TA-01 con el concentrado de silicón proveniente del límite de baterías.

3) Se carga el tanque de almacenamiento TA-02 con el biocida proveniente de límite de baterías.

4) Se arranca la agitación con el agitador AG-01 en el tanque TM-01.

5) Simultáneamente se agrega al TM-01 el dispersante proveniente del límite de baterías de la línea 2 y la carga (silica) proveniente, también del límite de baterías de la línea 3.

6) Se continúa con la agitación en el TM-01 con el agitador AG01 por una hora.

7) Sin detener la agitación del TM-01, se procede a cargar el tanque mezclador principal TM-02 con la otra mitad del agua requerida para el lote, proveniente del tanque de almacenamiento de agua TA-03, utilizando la bomba BO-01.

8) Se agrega el biocida proveniente del tanque de almacenamiento TA02, por gravedad, al tanque mezclador principal TM-02.

9) Se arranca la agitación del tanque mezclador principal TM-02 con el agitador AG-02 durante el tiempo necesario para coincidir con la hora de agitación del tanque TM-01 en donde se está dispersando la carga.

10) Sin dejar de agitar, se descarga el tanque mezclador superior **TM-01** al tanque mezclador principal **TM-02**, por gravedad.

11) Se detiene la agitación del **AG-01** del tanque mezclador superior.

12) Finalmente se agrega el concentrado de silicón, proveniente del tanque de almacenamiento **TA-01**, por gravedad, al tanque mezclador principal **TM-02**.

13) Se continúa con la agitación en el tanque **TM-02** por 4 horas aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea.

14) Una vez homogeneizada la mezcla, se procede a descargar el tanque mezclador principal **TM-02**, por gravedad, mediante el llenado de tambores con el producto terminado.

15) Se detiene la agitación del **AG-02** del tanque mezclador **TM-02**.

TA-01
Tanque de
Almacenamiento
de concentrado
de silicon

TA-02
Tanque de
Almacenamiento
de biocida

TA-03
Tanque de
Almacenamiento
de agua

TM-01
Tanque
Mezclador
de nivel
Superior

TM-02
Tanque
Mezclador
Principal

AG-01
Agitador
del tanque
mezclador
del nivel
superior

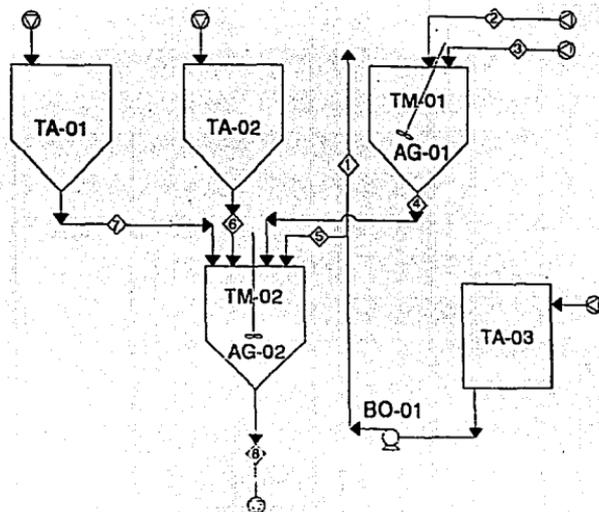
AG-02
Agitador
del tanque
mezclador
principal

BO-01
Bomba de
Surtiliento
de agua

DIAGRAMA DE
FLUJO

PLANTA DE PRODUCCION
DE ANTIESPUMANTE
DE SILICON

K. SANCHEZ ULSA.



CORRIENTE	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
Componente	Agua	Dispersante	Cargas	Agua + Disp + Cargas	Agua	Biocida	Conc. Sil	Antiesp.
Flujo en l/min.	42.45	0.51	10.82	92.67	56.60	4	28.37	22.17
Flujo en kg/min.	42.45	0.40	11.42	93.10	56.60	4	28.37	22.22
Ø carga en min.	20	4	7	10	15	5	7	90
ρ en kg/lt.	1.0	0.98	1.32	1.026	1.0	1.0	1.0	1.012
T en °C	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25
P en kg/m ²	2.8			1.27	2.08	1.19	1.21	1.21

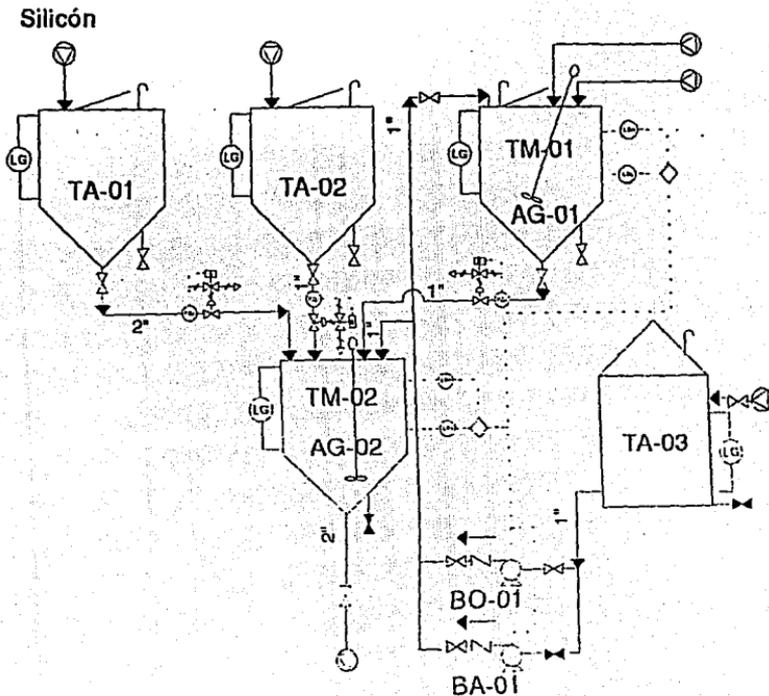
TRAYECTORIA	TA-01	TA-02	TM-02	TM-01	TA-03
DESCRIPCIÓN	Tanque de almacenamiento de concreto de silicón	Tanque de almacenamiento de bloques	Tanque de mezclas de bloques	Tanque mezclas de bloques	Tanque mezclas de bloques
Capacidad (m³)	111	111	111	111	111
Altura (m)	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable

TRAYECTORIA	BO-01
DESCRIPCIÓN	Bomba de suministro de agua
Capacidad (m³/h)	11.1
Altura (m)	11.1
Material	Acero inoxidable
Material	Acero inoxidable

DIAGRAMA DE FLUJO

PLANTA DE PRODUCCION DE ANTIESPUMANTE DE SILICÓN

K. SANCHEZ ULSA



3.7 CALCULO DEL EQUIPO

DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y MEZCLADO

TANQUES VERTICALES

Se propone el uso de un tanque vertical con tapas planas para el almacenamiento de agua de proceso. Se considerará un inventario de 5 días para este componente, es decir 7640 lt (9).

En almacenamiento siempre es recomendable dejar como mínimo un 15% de espacio libre en los tanques; en esta forma, se puede determinar la capacidad requerida del tanque como:

$$V_{req} = V / 0.85 \dots\dots\dots (1)$$

El volumen total del tanque estará dado por el volumen de la envolvente cilíndrica. Estos valores serán obtenidos por la siguiente ecuación:

† Volumen ocupado del tanque

$$V_{cil} = \pi D^2 h / 4 \dots\dots\dots (2)$$

$$V_{cil} = 0.78 D^2 h$$

donde

D [=] Diámetro interno del recipiente

h [=] Altura del recipiente

Iterando con diferentes valores de h/D en la ecuación (2), se escoge aquel en el que se tenga el menor desperdicio posible de la placa de acero inoxidable. Esto se logra comprando la longitud (h) y la circunferencia ($\pi \cdot D$) con los tamaños comerciales de las placas de acero inoxidable que se presentan a continuación:

4' x 10'	6' x 10'	8' x 20'	3' x 6'	5' x 10'
4' x 15'	6' x 15'	8' x 30'	3' x 8'	5' x 20'
4' x 20'	6' x 20'	8' x 40'		

Siguiendo el procedimiento planteado anteriormente, se procede a diseñar el tanque.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE PROCESO TA-03

1) Volumen requerido (ec 1)

$$V_{req} = 7640 / 0.85 = 8988 \text{ lt}$$

2) Iterando h/D (ec 2)

$$Vol = 8988 \text{ lt} = 8.988 \text{ m}^3$$

Suponiendo una relación $h/D = 1$ -----> $h = D$

sustituyendo en la ecuación (2):

$$V = 0.78 D^3$$

$$D^3 = 11.51$$

$$D = 2.25 \text{ m}$$

$$h = D = 2.25 \text{ m}$$

Siguiendo este procedimiento para varias relaciones h/D , se obtienen los siguientes resultados:

<u>h/D</u>	<u>h [m]</u>	<u>D [m]</u>	<u>h [ft]</u>	<u>$\pi * D$ [ft]</u>
1	2.25	2.25	7.38	23.16
1.5	2.95	1.96	9.67	20.17
2	3.58	1.79	11.74	18.44
2.5	4.15	1.66	13.61	17.09

Se escoge la relación $h/D = 1.5$ que permite la fabricación del tanque a partir de dos placas de $5' \times 20'$ para la envolvente cilíndrica.

TANQUES MEZCLADORES Y DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

Estos tanque serán recipientes cilíndricos con la parte inferior en forma de cono invertido, conexión central de descarga y tapa plana superior con puerta abatible.

Se les puede calcular siguiendo el procedimiento que se presenta a continuación:

Manteniendo una relación $h/h' = 3$ (Fig 3.1), donde h' es la altura de la tapa cónica, se tiene:

$$V_{cil} = \pi D^2 h / 4 \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{cono} = (1/3) \pi D^2 h' / 4 \dots\dots\dots (4)$$

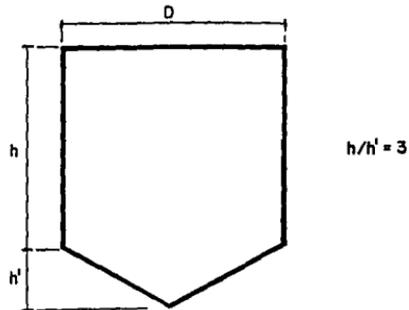
$$V_t = V_{cil} + V_{cono}$$

$$V_t = 0.872 D^2 h \dots\dots\dots (5)$$

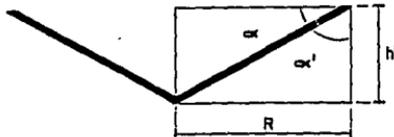
Para calcular el ángulo (α) que forma la inclinación de la tapa cónica con la proyección de la pared del tanque (Fig 3.1), se utilizan relaciones trigonométricas, ya que al conocer los valores de h' y R podemos calcular el ángulo complementario de α (α') mediante las siguientes ecuaciones:

$$\tan \alpha' = h' / R \dots\dots\dots (6)$$

Cuba de Mezclado y Talva



$$V_T = 0.872 D^2 h$$



$$\text{Tang } \alpha' = \frac{h'}{R}$$

$$\alpha = 90^\circ - \alpha'$$

FIG. 3.1

TANQUES DE MEZCLADO
DESCARGA CONICA

(29)

donde h' [=] altura de la tapa cónica

R [=] radio de la tapa cónica

α [=] ángulo complementario de:

$$\alpha = 90^\circ - \alpha' \dots\dots\dots (7)$$

Siguiendo este procedimiento, se procede al cálculo de los tanques:

- *TM - 01 : Tanque mezclador del nivel superior*
- *TM - 02 : Tanque mezclador principal*
- *TA - 01 : Tanque de almacenamiento de concentrado de silicón*
- *TA - 02 : Tanque de almacenamiento de biocida*

considerando los siguientes inventarios y volúmenes de mezclado:

TABLA 3.1
COMPOSICION DEL ANTIESPUMANTE

COMPONENTE Y/O MEZCLA	INVENTARIO (dtas)	VOLUMEN NOMINAL (lt)	VOLUMEN REQ (lt)
<i>Conc de silicón</i>	10	1800	2118
<i>Biocida</i>	10	180	212
<i>Disp/silica</i>	-	930	1094
<i>Antiespumante</i>	-	1800	2118

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADO DE SILICON
(TA -01) Y TANQUE DE MEZCLADO DE ANTIESPUMANTE (TM-02)

1) Volumen requerido: 2118 lt

2) Iterando con la ecuación (5) se tiene:

<u>h/D</u>	<u>h [m]</u>	<u>D[m]</u>	<u>h'[m]</u>	<u>h[ft]</u>	<u>$\pi * D$ [ft]</u>
1	1.34	1.34	0.44	13.81	4.39
1.5	1.75	1.17	0.58	12.05	5.74
2	2.12	1.06	0.70	10.92	6.55
2.5	2.47	0.98	0.82	10.10	8.10

Se elige la relación $h/d = 1$, ya que permite la construcción del tanque de mezclado con una sola placa de 4' x 15'.

Calculamos el ángulo de inclinación de la placa cónica

ecuación (6) $\tan \alpha' = 17.32 \text{ in} / 26.37 \text{ in}$

$$\alpha' = 33.33$$

ecuación (7) $\alpha = 90^\circ - 33.33^\circ$

$$\alpha = 56.7^\circ$$

La descarga de ambos tanques será de 2 in de diámetro nominal.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE BIOCIDA (TA - 02)

1) Volumen requerido (TABLA 3.1)

$$V_{req} = 212 \text{ lt}$$

2) Iterando h/D (ec. 5)

<u>h/D</u>	<u>D [m]</u>	<u>h [m]</u>	<u>h' [m]</u>	<u>h [ft]</u>	<u>$\pi * D$ [ft]</u>
1	0.62	0.62	0.21	2.03	6.38
1.5	0.54	0.81	0.27	2.65	5.56
2	0.49	0.98	0.32	3.21	5.05

Se escoge la relación $h/D = 1.5$ porque permite su construcción de una sola placa de 3' x 6'.

Calculando el ángulo de descarga cónica:

ecuación (6) $\tan \alpha' = 10.62 \text{ in} / 10.62 \text{ in}$

$$\alpha' = 45^\circ$$

ecuación (7) $\alpha = 90^\circ - 45^\circ$

$$\alpha = 45^\circ$$

TANQUE DE MEZCLADO DE CARGAS (TM-01)

1) Volumen requerido (TABLA 31)

$$V_{req} = 1094 \text{ Lt}$$

2) Iterando h/D (ec. 2)

<u>h/D</u>	<u>$D [m]$</u>	<u>$h [m]$</u>	<u>$h' [m]$</u>	<u>$h [ft]$</u>	<u>$\pi * D [ft]$</u>
1	1.07	1.07	0.35	3.51	11.02
1.5	0.94	1.41	0.47	4.62	9.70
2	0.85	1.71	0.57	5.61	8.82
2.5	0.79	1.98	0.66	6.49	8.14

Se escoge la relación $h/D = 1.5$, debido a que la construcción puede hacerse con una placa de $5' \times 10'$.

Para el cálculo del ángulo de la descarga cónica se tiene

ecuación (6) $\tan \alpha' = 17.71 \text{ in} / 19.09 \text{ in}$

$$\alpha' = 42.85$$

ecuación (7) $\alpha = 90^\circ - 42.85^\circ$

$$\alpha = 47.15^\circ$$

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

DISEÑO DE AGITADORES

AGITADOR DEL TANQUE MEZCLADOR TM-02

Para el cálculo del agitador, se calcula primero la profundidad del impulsor mediante la siguiente ecuación (29):

$$V = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 Z (7.5 \text{ gal / ft}^3) \dots\dots\dots (8)$$

donde V [=] Volumen a agitar en galones

D [=] Diámetro interno en ft

sabemos que

$$V = 2118 \text{ lt} = 559.51 \text{ gal}$$

$$D = 1.34 \text{ m} = 4.39 \text{ ft}$$

despejando Z y sustituyendo valores en la ecuación (8)

$$Z = 4 V / (7.5 * \pi * D^2)$$

$$Z = 4 * 559.51 / (7.5 * \pi * 4.39^2)$$

$$Z = 4.92 \text{ ft}$$

Calculando la sección transversal del tanque de agitación mediante la siguiente ecuación:

$$A = \pi (D / 2)^2 \dots\dots\dots (9)$$

sustituyendo valores

$$A = \pi (4.39 / 2)^2$$

$$A = 15.13 \text{ ft}^2$$

Con el valor de A se calcula la capacidad efectiva de bombeo con la siguiente ecuación:

$$Q = Vb * A \dots\dots\dots (10)$$

donde A [=] Sección transversal del tanque en ft²

Vb [=] Velocidad de bombeo, la cual será considerada como 3 ft/seg, de acuerdo al Apéndice A en donde se presentan velocidades recomendadas para diferentes fluidos.

así, $Vb = 3 \text{ ft / seg} = 180 \text{ ft / min}$

Sustituyendo valores en la ecuación (10):

$$Q = (180 \text{ ft/min}) (15.13 \text{ ft}^2)$$

$$Q = 2723 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

Tomando en cuenta el valor de la capacidad efectiva de bombeo (Q) se puede calcular la velocidad del agitador en RPM y el número de Reynolds mediante las ecuaciones:

$$N_{rpm} = Q / N_q D_i^3 \dots\dots\dots (11)$$

$$NRe = 10.7 (D_i^2) N S_g / \mu \dots\dots (12)$$

donde

N_q = número de bombeo

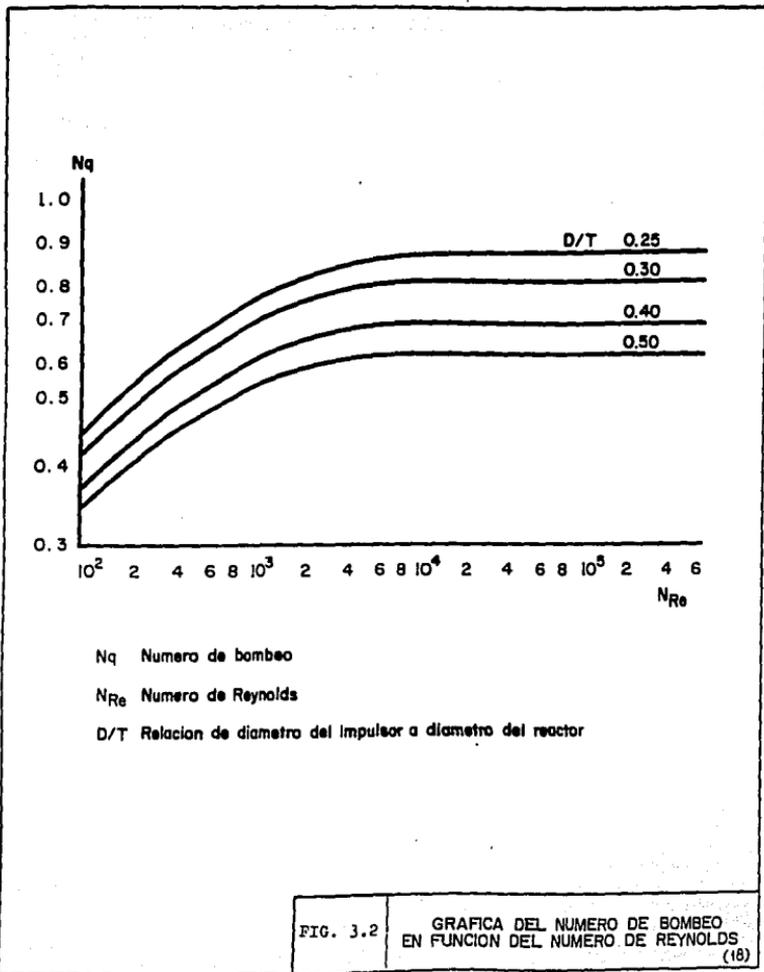
S_g = gravedad específica de la mezcla

Suponiendo un valor N_q , se lee en la gráfica de la figura 3.2 para obtener un valor de NRe . Con este valor calculamos con la ecuación 11 el valor de N y después se checa con el valor calculado de la ecuación 12. El número de bombeo correcto será aquel valor que se obtenga cuando el NRe supuesto y el calculado coincida.

La relación del diámetro del impulsor a diámetro del tanque del agitador tiene un rango de valores recomendados entre 0.2 y 0.6, en este caso se tomará el valor de 0.3, por ser la relación más comúnmente usada.

$$\frac{D_{imp}}{D_{tanque}} = 0.3 \dots\dots\dots (13)$$

$$D_{imp} = 0.3 D_{tanque}$$



$$D_{imp} = 0.3 * 4.39$$

$$D_{imp} = 1.317 \text{ ft} = 15.804 \text{ in}$$

Sustituyendo valores, las ecuaciones (11) y (12) se simplifican a:

ecuación 11

$$N = (2723 \text{ ft}^3 / \text{min}) / ((1.317 \text{ ft})^3 N_q)$$

$$N = 1192.03 / N_q$$

ecuación 12

$$NRe = 10.7 (15.8^2) N (1) / 2100$$

$$NRe = 1.21 N$$

Iterando valores del NRe se obtuvieron los siguientes resultados:

<u>NRe^*</u>	<u>N_q</u>	<u>N</u>	<u>NRe</u>
1000	0.70	1702.95	2162.68
2000	0.74	1610.85	2045.78
2050	0.745	1600.04	2032.05

$$=== > NRe^* = NRec$$

$$2000 = 1994.86$$

Con el valor del número de Reynolds leemos el número de potencia de la gráfica 3.3 para la relación $Dt / Di = 3$ (dado que el impulsor es la tercera parte del diámetro del tanque). El número de potencia es el valor inverso de la potencia requerida en HP para el motor del impulsor de acuerdo a la siguientes ecuaciones:

$$Np = 1/HP \dots\dots\dots (14)$$

$$HP = (Dic/P)^5 Sg N^3 \dots\dots (15)$$

donde

Dic [=] Diámetro corregido el impulsor

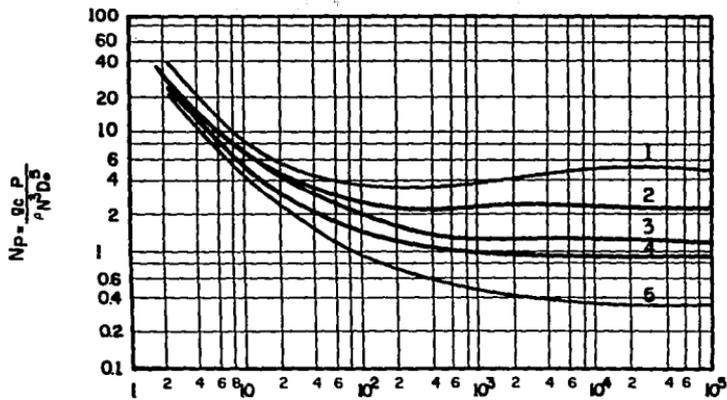
N [=] Velocidad del agitador

P [=] Factor de corrección de unidades

Por lo tanto

$$Np = gc P / \eta N^3 D^5 \dots\dots\dots (16)$$

Leyendo en la gráfica para $NRe = 2000$, se tiene un valor de Np igual a 1.4 para $Dt/Di = 3$.



$$N_{Re} = \frac{D_o^2 N \rho}{\mu}$$

FIG. 3.3

CORRELACIONES DE POTENCIA
DE LAS HELICES

(18)

Sustituyendo en la ecuación (14) se tiene que:

$$HP = 1/N_p = 1/1.4 = 0.71 \text{ HP}$$

Finalmente, considerando una eficiencia de 85% calculamos al potencia real a especificar con:

$$HPr = HP / \eta \dots\dots\dots (17)$$

$$HPr = 0.71 / 0.85$$

$$HPr = 0.83$$

Por lo tanto se especifica un motor de 1 HP.

AGITADOR DEL TANQUE DE MEZCLADO (TM-01)

De manera similar se calcula el agitador para el tanque de mezclado de cargas TM - 01:

$$1) V = 1094 \text{ lts} = 289 \text{ gal}$$

$$D = 0.97 \text{ m} = 3.18 \text{ ft}$$

$$2) Z = 4 V (7.5) / \pi D^2$$

$$Z = 4 (258.36) / (7.5) \pi (3.18^2)$$

$$Z = 4.33 \text{ ft}$$

$$3) A = \pi (D/2)^2$$

$$A = \pi (3.18/2)^2$$

$$A = 7.94 \text{ ft}^2$$

$$4) Vb = 2.5 \text{ ft/seg} = 150 \text{ ft/min}$$

$$5) Q = Vb * A$$

$$Q = 150 \text{ ft/min} (7.94 \text{ ft}^2)$$

$$Q = 1191 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$6) N_{rpm} = Q / (Nq Di^3)$$

$$NRe = 10.7 Di^2 N Sg / \mu$$

$$D_{imp} = 0.3 D_{tanque}$$

$$D_{imp} = 0.3 (3.18 \text{ ft})$$

$$D_{imp} = 0.954 \text{ ft} = 11.448 \text{ in}$$

$$N = 1191 / ((0.954)^3 (Nq))$$

$$N = 1371.72 / Nq$$

$$NRe = 10.7 (11.44^2) N (1) / 3000$$

$$NRe = 0.46 N$$

7) Iterando:

NRe^*	Nq	N	$NRec$
1000	0.70	1959.60	901.46
900	0.68	2017.23	927.93
930	0.685	2002.51	922.00

8) $Np = 1 / HP$

Leyendo en 19-10 Perry $\implies Np = 1.4$

$$HP = 1 / Np = 1 / 1.4 = 0.71 \text{ HP}$$

si $\eta = 0.85\%$

$$HP_r = HP / \eta$$

$$HP_r = 0.75 / 0.85$$

$$HP_r = 0.83$$

así, se especifica un motor de 1 HP.

DISEÑO DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

La única materia prima que no se manejará en tanque de almacenamiento surtidos por tambores, es el agua. Esta será cargada directamente a los tanque mezcladores TM-01 y TM-02 desde el tanque de almacenamiento TA-03 mediante el uso de una bomba centrífuga (27).

De acuerdo con el balance de la materia prima, es necesario cargar 764 lt tanto al tanque TM-01, como al TM-02. Tratando de que la carga se realice en 20 minutos, es preciso establecer un flujo de :

$$Q = 764 \text{ lt}/20 \text{ min} = 10.08 \text{ gal/min}$$

Con este dato y con una velocidad recomendada de 6 ft/seg, se lee en el nomograma 3-7 del CRANE el diámetro nominal de la tubería que se necesita (12):

$$d \text{ nom} = 1 \text{ in}$$

La bomba BO-01 bombeará agua a temperatura ambiente del tanque superior TA-03 a la máxima altura de 6.75 m situada en la parte superior del tanque mezclador TM-01, empleando tubería de acero inoxidable de 1 in de diámetro nominal de cédula 40.

La succión de la bomba está localizada a 2.95 m por debajo del nivel del agua dentro del tanque TA-03, cuando este se encuentra totalmente lleno.

El sistema de tubería está formado por:

- 14.8 m de tubería recta*
- 4 codos de 90°*
- 1 "T"*
- 4 válvulas de compuerta*
- 1 válvula check*
- 4 tuercas unión*

Para calcular la potencia de la bomba, se realiza un balance de Bernoulli:

$$\Delta E + \Delta v^2/2gc + \Delta Z/gc + \Delta PV = Q' - Wf' - \Delta Hfs \dots\dots\dots (18)$$

Al no haber reacción química, el cambio de energía interna (ΔE) es igual a cero.

Al ser la tubería del mismo diámetro, $v1 = v2$, es decir, no hay cambio de energía cinética ($\Delta v^2/2gc = 0$).

Al no ser un proceso de intercambio de calor: $Q' = 0$.

Por lo que el balance se simplifica a:

$$\Delta PV + \Delta Z/gc + \Delta Hfs = - Wfs' \dots\dots\dots (19)$$

El agua a temperatura ambiente es incompresible, por lo tanto $V1 = V2$ (volumen específico):

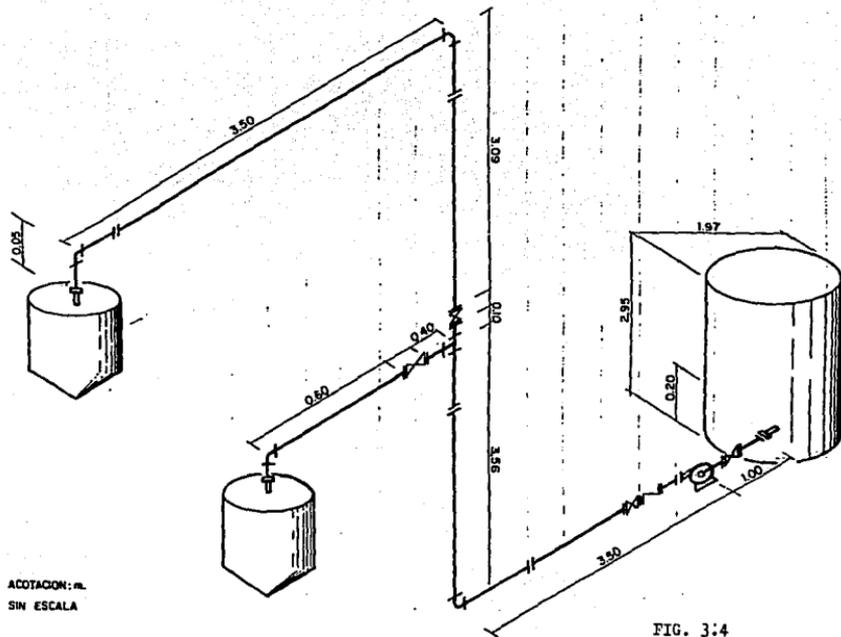
$$V1 = V2 = 1 \text{ lit/Kg} = 0.01589 \text{ Ft}^3/\text{lb}$$

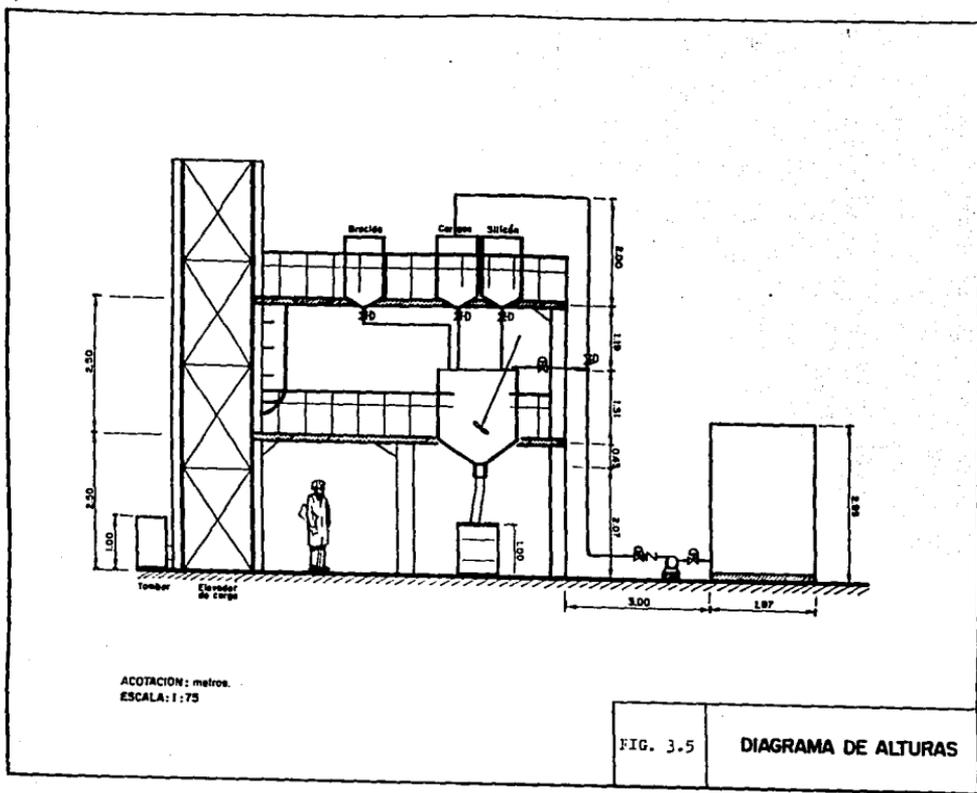
En el punto 1 del diagrama 3.4, la presión sería igual a la atmosférica cuando el tanque estuviera prácticamente vacío, que sería también el punto cuando la bomba tendría que desarrollar su máximo trabajo. Así pues,
 $P1 = 14.7 \text{ psi} = 2116 \text{ lb / ft}^2$.

Se espera que tanto la presión de descarga en el punto 2 sea 1 atm útil, por lo tanto

$$P2 = 14.7 \text{ psi} + 14.7 \text{ psi} = 29.4 \text{ psi} = 4092 \text{ lb/ft}^2$$

$$\Delta PV = 0.01589 (4092 - 2116) = 31.39 \text{ ft}$$





La diferencia de altura, considerando el nivel de la bomba igual a cero

$$Z = 0 + 6.75 \text{ m} - 0.05$$

$$Z = 6.70 \text{ m} = 21.98 \text{ ft}$$

$$\Delta Z \text{ g/ gc} = 21.98 \text{ ft (g/gc)} = 21.98 \text{ ft}$$

Pérdidas de energía por fricción

$$H_{fs} = \frac{f v^2 L_{eq}}{2 g c \phi} \dots\dots\dots (20)$$

$$v = 6 \text{ ft/seg}$$

$$\phi (1 \text{ in}) = DI = 0.0874 \text{ (Tabla B-18 CRANE)}$$

La longitud equivalente total es de 77.14 ft (ver tabla 3.1 anexa)

El valor de los factores L/D se leen en la tabla A-30 del CRANE (12).

TABLA 3.2
LONGITUD EQUIVALENTE

MATERIAL	CANTIDAD	DI [ft]	L/D	Leq [ft]
<i>Tub recta ac inox 1 in/ cd 40</i>	48.55	0.0874	1	48.55
<i>Codos 90°</i>	4	0.0874	30	10.48
<i>T STD</i>	1	0.0874	20	1.75
<i>Valv de compuerta</i>	4	0.0874	13	4.56
<i>Valv check (pistón)</i>	1	0.0874	135	11.80
<i>Tuerca unión</i>	4	0.0874	0	---

Cálculo del factor de fricción:

$$Re = \frac{D_i v \rho}{\mu} \dots\dots\dots (21)$$

donde $D_i = 0.0874 \text{ ft}$

$v = 6 \text{ ft/seg}$

$\rho = 1 \text{ Kg/lt} = 62.2 \text{ Lb/ft}^3$

$\mu = 1 \text{ cp} = 6.720 \times 10^{-4} \text{ lb/ft-seg}$

$$Re = \frac{(0.0874) (6) (62.2)}{6.72 \times 10^{-4}} = 48\,538$$

La rugosidad relativa (e/D) para el acero comercial $DI=0.0874$ ft se obtiene de la gráfica A-23 del CRANE (12) $\rightarrow e/D = 0.0018$.

Con estos factores se lee en la gráfica A-24 CRANE el valor del factor de fricción

$$f' = 0.0265$$

Sustituyendo en la ec (20)

$$Hfs = \frac{(0.0265) (6^2) (77.14)}{2 (32.17) (0.0874)}$$

$$Hfs = 13.086 \text{ lb-ft/lb}$$

Sustituyendo en la ecuación (19)

$$-Wf = 31.39 + 21.98 + 13.08 = 66.45 \text{ lb ft/lb}$$

La potencia se calcula finalmente por medio de la ecuación:

$$HP = \frac{(-Wf) W}{550} = \frac{(-Wf) v \rho s}{550} \dots\dots\dots (22)$$

$$(s = 0.006 \text{ TABLA B-18 CRANE (12)})$$

$$HP = \frac{(66.45) (6) (62.2) (0.006)}{550}$$

$$HP = 0.27$$

$$HP_r = HP / \eta$$

$$HP_r = 0.27 / 0.6$$

$$HP_r = 0.45$$

Así, la bomba será de 0.5 HP.

CAPÍTULO IV
ESTUDIO ECONÓMICO.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico toma en cuenta todos los elementos de costo, inversión y captación de recursos, que en forma repetitiva o no repetitiva, tendrá el proyecto a realizar, con el fin de determinar su factibilidad.

Los recursos que son necesarios aportar para la realización del proyecto pueden ser clasificados en 3 grupos, básicamente:

a) Inversión fija: Terreno, Obra Civil, Equipo de instalación, etc.

b) Gastos preoperativos: Gastos notariales, papelería, instalación de servicios, etc.

c) Capital de Trabajo: Compra de materia prima, efectivo de caja, etc.

La suma de todos estos gastos nos da la inversión total a considerar. Este dato es de suma importancia para determinar el periodo de recuperación de la inversión que estará en función de las utilidades que refleje el balance de ingresos y egresos de la operación.

De acuerdo a lo anterior, se empezará a determinar la inversión fija.

4.1. INVERSIÓN FIJA

La inversión fija estará definida por los siguientes rubros (16):

- a) Terreno para la instalación de la planta*
- b) Obra Civil*
- c) Maquinaria y equipo (servicios auxiliares, transporte, instalación y supervisión)*

a) TERRENO

De acuerdo a las dimensiones del equipo calculadas en el capítulo anterior y tomando en cuenta el espacio requerido para las operaciones, se llegó a la distribución de la planta "Lay-Out" que se presenta en la Fig 4.1 (Ref 10).

Este "Lay-Out" marca la necesidad de un terreno de 30 x 30 m . En su arreglo se ha tomado en cuenta la cantidad de personal, el tipo de maniobra a realizarse, el número de tambores a almacenarse y recomendaciones generales sobre espacio para vialidades, estacionamiento, etc.

La planta estará localizada en San Juan del Río , Querétaro, en un terreno industrial; el costo por m2 en este lugar es de N\$ 70.00; por lo que la inversión por concepto de terreno será de N\$ 73 500.00.

b) OBRA CIVIL

De acuerdo a las dimensiones marcadas en el "Layout" de, la figura 4.1, se tiene las siguientes áreas de construcción.

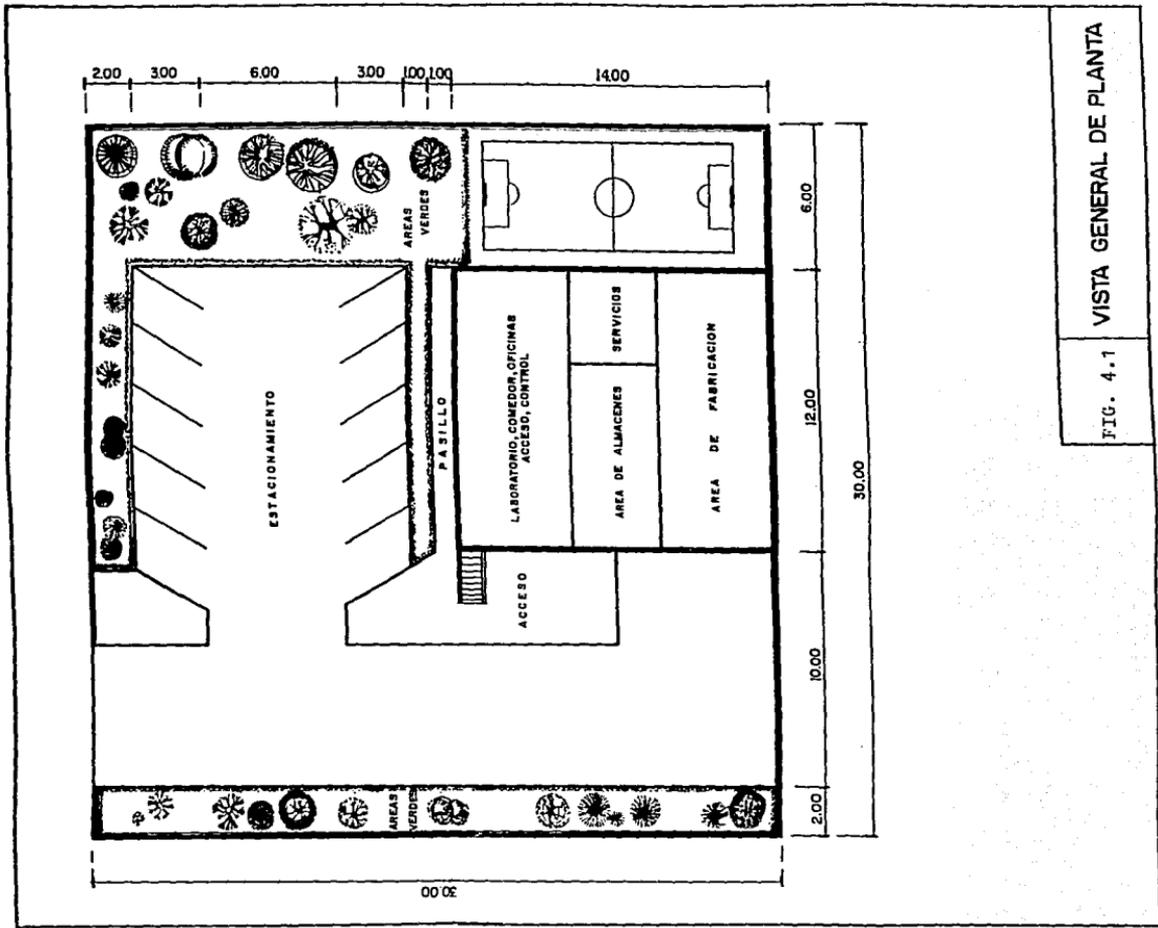
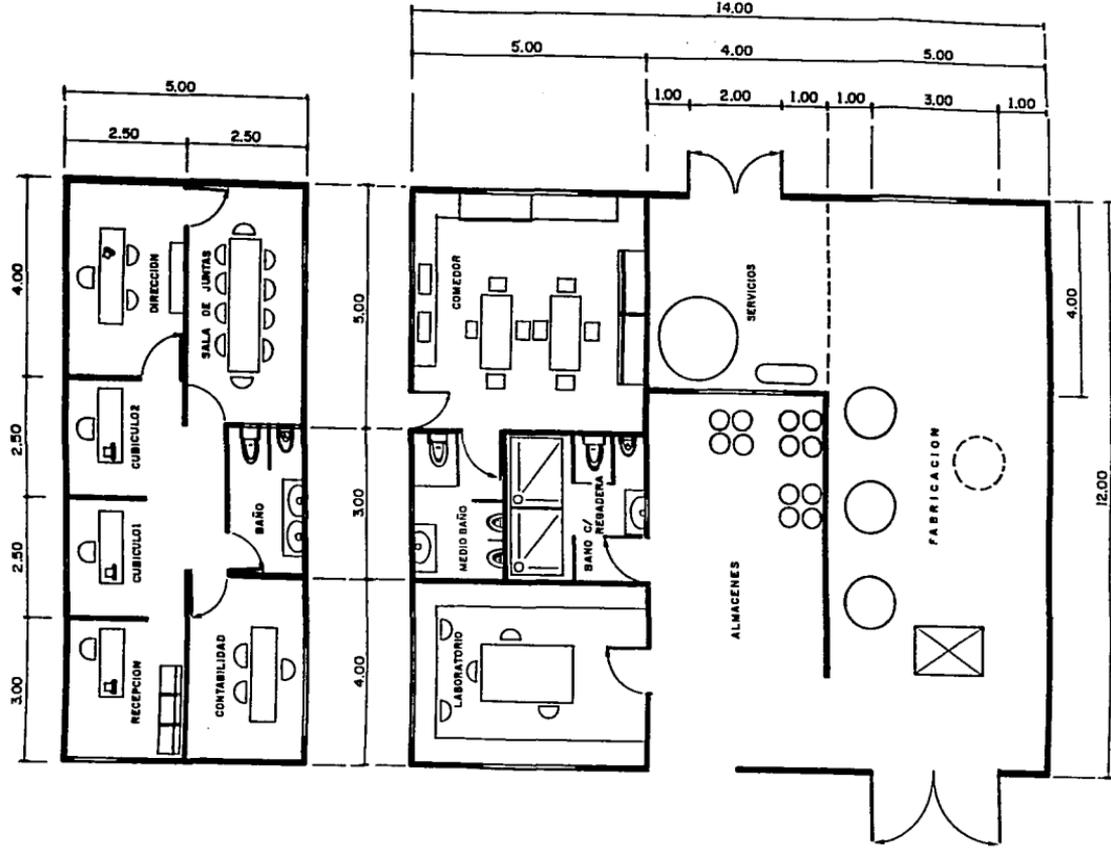


FIG. 4.1 VISTA GENERAL DE PLANTA



ACOTACION: m.

DETALLE EDIFICIO PRINCIPAL
FIG. 4.2

TABLA 4.1
DIVISIÓN DEL TERRENO

<i>Planta baja</i>	
<i>(Laboratorio, baños, comedor, acceso)</i>	60 m ²
<i>Planta alta</i>	
<i>(Oficina, Sala de Juntas, Privado)</i>	60 m ²
<i>Almacenes</i>	
<i>(Materia prima, producto terminado)</i>	30 m ²
<i>Servicios</i>	
<i>(Tanque de agua, electricidad, refacciones)</i>	20 m ²
<i>Área de producción</i>	60 m ²
<i>Vialidades</i>	300 m ²
<i>Estacionamiento</i>	
<i>(vialidades)</i>	168 m ²

Considerando un costo por m² de construcción para oficinas de N\$1,200.00, uno por m² para área de fabricación de N\$ 650.00 y uno por m² de vialidad de N\$30.00, se tiene un costo por obra civil de:

$$\begin{aligned}
 120 \text{ m}^2 * \text{N}\$1,200.00/\text{m}^2 &= \text{N}\$ 144,000.00 \\
 110 \text{ m}^2 * \text{N}\$ 650.00/\text{m}^2 &= \text{N}\$ 71,500.00 \\
 468 \text{ m}^2 * \text{N}\$ 30.00/\text{m}^2 &= \text{N}\$ 14,040.00
 \end{aligned}$$

TOTAL N\$ 229,540.00

c) MAQUINARIA Y EQUIPO

De acuerdo a la lista de equipo presentada en el capítulo de ingeniería básica, se tienen los siguientes costos:

TABLA 4.2

COSTO DEL EQUIPO PRINCIPAL (N\$)

TA-01	Tanque de almacenamiento de silicón	17, 319.00
TA-02	Tanque de almacenamiento de biocida	11, 691.00
TA-03	Tanque de almacenamiento de agua	73, 391.00
TM-01	Tanque mezclador	17,319.00
TM-02	Tanque mezclador principal	17,319.00
AG-01	Agitador de producción	5,300.00
AG-02	Agitador de preparación de cargas	5,300.00
B-01	Bomba de Suministro de Agua	2, 982.00
	Elevador de Carga (500 Kg/10 min)	50,000.00

	TOTAL	N\$ 200,621.00

Estos costos se han calculado considerando un precio de N\$ 12.30/Kg. de acero inoxidable 304 y un peso por m² de placa de 1/8 de pulgada de 25 Kg.

Este equipo requiere ser transportado, instalado, diseñado, además de requerir tuberías para conectarlo, instrumentación y servicios auxiliares de electricidad, aire, etc. Todo esto tiene un costo que será calculado por medio de factores manteniendo como referencia el costo total del equipo.

TABLA 4.3

FACTORES

<u>RUBRO</u>	<u>FACTOR</u>	<u>COSTO N\$</u>
Costo total del equipo principal	1.00	200,621.00
Gastos de instalación	0.30	60,186.00
Tuberías	0.05	10,031.00
Soportes	0.20	40,124.00
Instrumentación	0.10	20,062.00
Transportación	0.1	20,062.00
Instalación Eléctrica	0.2	40,124.00
Maniobra e instalación elevada	0.2	40,124.00
Servicios Auxiliares	0.2	40,124.00
Pintura y Señalización	0.05	10,031.00
Ingeniería, Supervisión de instalación	0.3	60,186.00
Imprevistos	0.1	20,062.00

COSTO ESTIMADO TOTAL DEL EQUIPO N\$ 561,737.00

d) EQUIPO DE TRANSPORTE Y MOBILIARIO

Aquí se considerará el costo de camiones, automóviles y muebles de las zonas de producción, laboratorio, comedor y oficinas.

<u>RUBRO</u>	<u>COSTO N\$</u>
Automóviles (2)	90,000.00
Camión 3.5 Ton	120,000.00
Mobiliario Oficina	16,000.00
Mobiliario Comedor	8,000.00
Equipo de laboratorio	100,000.00
Habilitación de baños	10,000.00

TOTAL N\$	344,000.00

De acuerdo a lo anterior, la inversión fija será de:

Terreno	N\$ 73,500.00
Obra Civil	229,540.00
Maquinaria y Transporte	561,737.00
Transporte y mobiliario	344,000.00

TOTAL N\$	1,208,777.00

4.2. GASTOS PREOPERATIVOS

Considerando los siguientes gastos preoperativos (16):

TABLA 4.4

<i>Cursos de capacitación a personal</i>	<i>NS 15,000.00</i>
<i>Inscripción a Cámaras</i>	<i>2,000.00</i>
<i>Asesoría Licencia de Operación</i>	<i>5,000.00</i>
<i>Impresión Literatura Técnica</i>	<i>1,000.00</i>
<i>Gastos Notariales</i>	<i>1,500.00</i>
<i>Instalación de teléfono</i>	<i>2,800.00</i>
<i>Papelería Básica Inicial</i>	<i>2,000.00</i>
<i>Compra de Fax</i>	<i>2,500.00</i>
<i>Contrato de Energía Eléctrica</i>	<i>2,500.00</i>
<i>Asesoría Contable Inicial</i>	<i>1,500.00</i>
<i>Asesoría Legal Inicial</i>	<i>1,500.00</i>
<i>Apertura de Cuentas Bancarias</i>	<i>2,000.00</i>
<i>Equipo de Computo</i>	<i>5,000.00</i>
<i>Folleto promocionales</i>	<i>8,000.00</i>
	<hr/>
<i>TOTAL NS</i>	<i>52,300.00</i>

4.3. CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo que se requiere está compuesto por el valor de los inventarios (materias primas, producto en proceso, producto terminado), el efectivo en caja, las cuentas por cobrar y todo lo anterior, menos el valor de las cuentas por pagar (16).

a) Inventario de materias primas

Se considera inventario para 10 días de producción salvo en el biocida, del cual se tendrá 200 Kg.

2000 Kg. de Conc. de Silicón *	N\$ 18.00 / Kg. =	N\$ 36,000.00
20 Kg. de Dispersante *	8.50 / Kg. =	170.00
200 Kg. de Biocida *	80.00 / Kg. =	16,000.00
800 Kg de Agua *	11.20 / Kg. =	8,960.00

	TOTAL	N\$ 61,130.00

Por el tipo de proceso no hay inventario de producto en proceso.

b) Inventario de producto terminado

El almacén está considerado para una semana de inventario, 50 tambores, es decir 10 toneladas de producto terminado. Se considerará el costo por materias primas de este inventario:

Silicón N\$ 18.00 * 0.100 = 1.800

Agua 0.05 * 0.849 = 0.042

Biocida 80.00 * 0.010 = 0.800

Cargas 11.20 * 0.040 = 0.448

Dispersante 8.50 * 0.001 = 0.009

TOTAL N\$ 3.099

10,000 Kg. * N\$ 3.099 = 30,990.00

c) Efectivo en Caja

Se considerará el monto de nómina por un mes y una cantidad suficiente en caja chica (la nómina se desglosará mas adelante al tratar los costos fijos).

Nómina Mensual N\$ 44,720.00

Caja Chica 2,000.00

TOTAL N\$ 46,720.00

d) Cuentas por cobrar

Se dará un crédito de treinta días por lo que se considerará la cantidad que importa la venta de un volumen igual a un mes de producción:

$$\begin{array}{rcccl} \text{días} & \text{kilo} & \text{N\$ pesos} & & \\ 20 \text{ ----} * 2,000 & \text{----} * 6.50 & \text{-----} & = & \text{N\$ 260,000.00} \\ \text{mes} & \text{día} & \text{kilo} & & \end{array}$$

e) Cuentas por pagar

Se considerará que se compran las materias primas a treinta días calendario de pago, por lo tanto, esto representa veinte días de producción (cuarenta toneladas) que es cuatro veces el costo del inventario de producto terminado.

$$4 * \text{N\$ 42,990.00} = \text{N\$ 171,960.00}$$

El capital de trabajo necesario será entonces:

TABLA 4.5

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima.....	N\$ 61,130.00
Inventario de producto en proceso.....	00.00
Inventario de producto terminado.....	42,990.00
Efectivo en caja.....	46,720.00
Cuentas por cobrar.....	260,000.00

	N\$ 410,840.00
- Cuentas por pagar.....	171,960.00

	238,800.00

Por lo tanto, la cantidad de capital de trabajo a considerar en caja es de N\$238,800.00

Juntando todos los rubros se tendría una inversión total inicial de:

$$IT = IF + CT + GP$$

$$IT = 1'208,777.00 + 238,880.00 + 52,300.00 = 1'499,957.00$$

4.4 PRESUPUESTO DE INGRESOS

Se considerará un precio de venta del producto N\$ 6.50/Kilo, dadas las ventajas tecnológicas y ambientales que ofrece sobre su contratipo orgánico. No se considerará un aumento de precios significativo durante los primeros tres años, debido a las condiciones de gran competencia. Se considerará que el primer año de operación sólo se cubrirá el 40% del mercado, aumentando otro 40% el segundo año y alcanzando la totalidad de la capacidad de la planta hasta el tercer año.

TABLA 4.6

PRESUPUESTO DE INGRESOS. (BASE 396 TON/AÑO)

<u>AÑO</u>	<u>TON/AÑO</u>	<u>N\$</u>
1er	158.4	1'029,600.00
2do	316.8	2'059,200.00
3er	396.0	2'574,000.00

4.5. PRESUPUESTO DE EGRESOS

Este presupuesto se forma con los costos de operación (fijos y variables), los gastos generales y los costos fijos por inversión.

4.5.1 COSTOS DE OPERACIÓN.

4.5.1.1 VARIABLES.

Los costos variables de operación se conforman de las materias primas, los servicios auxiliares, el material y empaque para la fabricación y envase del producto. Los costos variables son directamente proporcionales al volumen de producción.

a) Materias primas.

De acuerdo con los precios de los componentes y su porcentaje dentro de la fórmula, se tiene que el costo de fabricación por materias primas será:

TABLA 4.7

COSTO DE MATERIA PRIMA

<u>PRODUCTO</u>	<u>N\$/KILO</u>	<u>%/100</u>	<u>COSTO</u>
SILICON	18.00	0.100	1.8000
DISPERSANTE	8.50	0.001	0.009
BIOCIDA	80.00	0.010	0.800
AGUA	0.05	0.849	0.042
CARGAS	11.20	0.040	0.448
		TOTAL:	N\$ 3.099

Tomando en cuenta los volúmenes de venta-producción en los primeros años se tiene que:

TABLA 4.8
COSTO PRIMO GENERAL

<i>AÑO</i>	<i>VOLUMEN (TONS/AÑO)</i>	<i>COSTO TOTAL (N\$)</i>
<i>1er</i>	<i>158.4</i>	<i>490,882.00</i>
<i>2do</i>	<i>316.8</i>	<i>981,763.00</i>
<i>3er</i>	<i>396.0</i>	<i>1'227,204.00</i>

b) Servicios auxiliares.

Para esta planta se considerará únicamente el costo del agua y su purificación así como, el costo de la energía eléctrica.

Agua:

El agua a usar será de dos tipos:

- De proceso.*
- De servicios generales.*

De acuerdo con la formulación del producto, el agua constituye el 84.9 % del producto. Considerando el volumen de producción de los primeros tres años, un costo por litro, de N\$ 0.05 y un costo de purificación del 30% adicional para agua de proceso (N\$ 0.015), se tiene:

TABLA 4.9

COSTO DE CONSUMO DE AGUA DE PROCESO Y SERVICIOS GENERALES

<u>AÑO</u>	<u>TON/AÑO</u>	<u>LITROS DE AGUA / AÑO</u>	<u>AGUA PROCESO</u> <u>N\$</u>	<u>AGUA PROC. MAS SERV. GRAL.</u> <u>N\$</u>
1er	158.4	134,482	8,741.00	14,824.00
2do	316.8	268,963	17,482.00	23,565.00
3er	396.0	336,204	21,853.00	27,936.00

El agua de servicios generales se considerará fija en cien litros por trabajador cada 3 días, de acuerdo con el reglamento de la Sociedad Nacional de Seguridad e Higiene, A.C. (28), por lo tanto, se gastarán por año, para esta planta con 16 trabajadores.

$$365 \frac{\text{días}}{\text{año}} * \frac{100 \text{ lts}/3 \text{ días}}{\text{trabajador}} * 10 \text{ trabajadores} = 121,667 \text{ Lts / año}$$

$$121,667 \frac{\text{litros}}{\text{año}} * 0.05 \frac{\text{N\$}}{\text{litro}} = 6,083 \text{ N\$ / AÑO}$$

Electricidad.

Tomando en cuenta una estimación del "Chemical engineering cost estimation" (5) en el sentido de que se gastan 0.11 kw-hr/kg. de producto terminado en promedio, y tomando en cuenta el precio del kw-hr industrial N\$ 0.675 se tiene:

TABLA 4.10

COSTO DE CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA

<u>AÑO</u>	<u>TON/AÑO</u>	<u>KW-AÑO</u>	<u>N\$ / AÑO</u>
1er	158.4	17,445	11,775.00
2do	316.8	34,890	23,550.00
3er	396.0	43,612	29,438.00

c) Material de empaque.

Se considerará el uso de tambores reciclados y pintados con capacidad de 200 kg. cada uno a un costo de N\$ 30.00 la pieza. Considerando el nivel de producción de los primeros tres años se tiene:

TABLA 4.11
COSTO DE EMPAQUE (TAMBORES)

<u>AÑO</u>	<u>TON/AÑO</u>	<u># TAMBORES POR AÑO</u>	<u>N\$</u>
1er	158.4	792	23,760.00
2do	316.8	1584	47,520.00
3er	396.0	1980	59,400.00

4.5.1.2 FIJOS

Aquí se considerará el costo de la mano de obra, el costo del mantenimiento del equipo, el costo de refacciones, material de limpieza y de seguridad.

Los costos fijos son independientes de la cantidad de producto que se fabrica.

a) Mano de obra, sueldos y salarios.

El personal de la planta se ha considerado en un total de diez personas cuyo sueldos y salarios se presentan en la tabla IV.12 considerando además un 30% de prestaciones sobre el salario base (17).

TABLA 4.12**COSTOS SUELDOS SALARIOS
(N\$ PESOS)**

<u>PUESTO</u>	<u>SUELDO BASE</u>	<u>SUELDO INTEGRADO</u>	<u>SUELDO ANUALIZADO</u>
GERENTE GENERAL	10,000.00	13,000.00	156,000.00
GERENTE DE PROD./DES.	5'000.00	6,500.00	78,000.00
CONTADOR GENERAL	5'000.00	6,500.00	78,000.00
VENTAS	3,500.00	4,550.00	54,600.00
SUPERVISOR DE PROD. Y C.C.	2,500.00	3,250.00	39,000.00
SECRETARIA	2,000.00	2,600.00	31,200.00
OBRERO OPERADOR	1,600.00	2,080.00	24,960.00
OBRERO ALMACENISTA	1,600.00	2,080.00	24,960.00
VIGILANTE	1,600.00	2,080.00	24,960.00
MENSAJERO COBRADOR	1,600.00	2,080.00	24,960.00
		TOTAL:	536,640.00

Considerando aumentos anuales del 10% para resarcir la posible inflación y lograr la motivación necesaria, tendríamos un total por salarios para los primeros tres años de:

TABLA 4.13**PROYECCIÓN DE SUELDOS**

<u>AÑO</u>	<u>TOTAL SALARIOS (NS)</u>
1er	536,640.00
2do	590,304.00
3er	649,334.00

b) Mantenimiento del equipo.

En el diseño de esta planta se consideraron siete días para mantenimiento. El costo por mantenimiento puede ser el valor a precio de venta de lo que se deja de producir, o bien, simplemente será igual al sueldo de los empleados que se paga sin producir, más el precio cobrado por una compañía de mantenimiento. Para el pago de esta compañía se considerará un presupuesto igual al diez por ciento del valor del equipo principal y se aplicará un aumento de diez por ciento por año para cubrir una posible inflación.

TABLA 4.14**COSTO DE MANTENIMIENTO (NS)**

<u>AÑO</u>	<u>COSTO DE MANTENIMIENTO</u>
1er	30,382.00
2do	33,420.00
3er	36,762.00

** Sueldo semanal integrado de todo el personal N\$ 536,240.00 entre 52 semanas más N\$ 200,621.00 por 10 por ciento es igual a N\$ 30,382.00*

c) Refacciones, materiales de limpieza, lubricantes, materiales de mantenimiento.

Este rubro es muy diverso y aleatorio. Lo mismo puede ser fijo y representar una cantidad baja, que dispararse debido a algún imprevisto. Se considerará un presupuesto igual al 50% del costo de mantenimiento, asignando 30% al rubro de refacciones y 20% a la compra de herramienta, lubricantes y materiales de limpieza y pintura. Se revalorizará a un nivel de 10% por año.

TABLA 4.15

COSTO DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO (N\$)

<u>AÑO</u>	<u>COSTO</u>
<i>1er</i>	<i>15,191.00</i>
<i>2do</i>	<i>16,710.00</i>
<i>3er</i>	<i>18,381.00</i>

d) Suministros de operación (uniformes, sistemas de vigilancia, equipos seguridad e higiene, materiales para control de calidad).

Los uniformes y equipo de seguridad personal se considerarán como un 3% del salario anual de los empleados.

El equipo de seguridad industrial y su mantenimiento será un 20% del costo de mantenimiento general dado que éste proceso no es de alto riesgo.

El costo de los suministros para el control de calidad se considerará un 3% del costo anual de materias primas.

TABLA 4.16

COSTOS SUMINISTROS VARIOS DE OPERACIÓN (N\$)

<u>AÑO</u>	<u>COSTO</u>
1er	36,901.00
2do	52,236.00
3er	60,267.00

* 0.03 * N\$ 536,640.00 (salario) =	N\$ 16,099.00
+ 0.20 * N\$ 30,382.00 (mant.) =	N\$ 6,076.00
+ 0.03 * N\$ 490,882.00 (mat. prima) =	N\$ 14,726.00
TOTAL:	N\$ 36,901.00

4.5.2 COSTOS FIJOS DE INVERSIÓN

Estos costos son consecuencia de la inversión fija y algunos gastos preoperativos.

a) Depreciación y amortización.

La pérdida del valor de los activos, conocida como depreciación (amortización para bienes intangibles) es tomada en cuenta al calcular los impuestos de una empresa, de ahí que esté regida por tasas fiscales dadas por la SHCP. La tasa de depreciación para obra civil es de 3%, el equipo 9%, en gastos preoperativos 9% y en equipo de transporte y oficina 20%. Para el caso de este proyecto se tiene (22):

TABLA 4.17

AMORTIZACIÓN Y DEPRECIACIÓN (NS)

<u>AÑO</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>OBRA CIVIL</u>	<u>GASTOS PREOP.</u>	<u>EQUIPO TRANSP Y OFICINA</u>	<u>TOTAL</u>
1er	48,930.00	6,898.00	4,707.00	68,800.00	129,335.00
2do	48,930.00	6,898.00	4,707.00	68,800.00	129,335.00
3er	48,930.00	6,898.00	4,707.00	68,800.00	129,335.00

b) Impuesto sobre la propiedad.

Este rubro depende de las leyes fiscales vigentes, tanto federales como locales de la zona en que se encuentra la planta.

En el aspecto federal, se tiene reciente decreto de gravar con un 2% al activo de las empresas.

En el plano local, se considera un impuesto del 1% sobre el valor del terreno, sumando estas cantidades y considerando una revalorización anual del 10% se tiene:

TABLA 4.18

IMPUESTO SOBRE LA PROPIEDAD (NS)

<u>AÑO</u>	<u>COSTO</u>
1er	24,910.00
2do	27,401.00
3er	30,021.00

$$\begin{aligned} * \text{Activo} &= \text{Inv. fija total } 1'208,777 * 0.02 = 24,175.00 \\ + 1\% \text{ sobre terreno} &= 73,500 * 0.01 = 735.00 \\ \hline \text{TOTAL} &= 24,910.00 \end{aligned}$$

c) Seguros.

La prima de los seguros varía en función del proceso productivo, así como de las condiciones ambientales, sociales y políticas del lugar en que se localice la planta.

Este proceso no es explosivo, ni tóxico ni de alto riesgo, ni existe riesgo de revolución, inundación ó vandalismo extremo en la zona de San Juan del Río, por lo que se considera una prima de 1% revalorizable al 10% anual.

TABLA 4.19
SEGUROS (NS)

<u>AÑO</u>	<u>COSTO</u>
1er	12,087.00
2do	13,295.00
3er	14,625.00

* Activo N\$ 1'208,777.00 * 0.01 = N\$ 12,087.00

4.5.3 GASTOS GENERALES

Dentro de la gran diversidad que pueden tener los gastos de una empresa, normalmente se consideran cuatro rubros:

- a) *Gastos administrativos*
- b) *Gastos de distribución y ventas*
- c) *Gastos de investigación y desarrollo*
- d) *Gastos misceláneos - no deducibles*

- a) *Gastos administrativos.*

Incluye asesoría contable externa, servicio de cobranza externo, compras de papelería, suministros de oficina, suministros de equipo de cómputo y su mantenimiento, sueldo de personal administrativo, pago de mensajeros, y empresas de mensajería.

Normalmente los gastos no se pueden prever con precisión y se los controla a través de un presupuesto. Este normalmente es de entre 3 y 8% del monto total de ventas. En el caso de esta planta, al tener tan sólo 10 personas en nómina y un mercado de menos de 20 clientes se considerará un 3%.

TABLA 4.20

PRESUPUESTO DE GASTOS DE ADMINISTRACIÓN (NS)

<u>AÑO</u>	<u>GASTO</u>
1er	30,880.00
2do	61,776.00
3er	77,220.00

b) Gastos de distribución y ventas.

Incluye pago de comisiones a vendedores, gasolina, autotransportes para vendedores y repartidores con su mantenimiento, folletos, publicidad y mercadotecnia, gastos de representación, cortesías a clientes, comisión a distribuidores, fletes, etc.

Dependiendo del producto que se venda, de las costumbres del mercado a que se sirva y la lejanía a que se encuentren los clientes, el gasto se eleva o se contrae.

Normalmente se presupuesta entre el 3 y el 10% de los ingresos por ventas. En nuestro mercado, los fletes y los viajes son indispensables, sin embargo el número de clientes es bajo, por lo que se presupuestará un 3%.

TABLA 4.21

PRESUPUESTO GASTOS DE VENTAS (N\$)

<u>AÑO</u>	<u>GASTO</u>
<i>1er</i>	30,880.00
<i>2do</i>	61,976.00
<i>3er</i>	77,220.00

c) Gastos de investigación y desarrollo.

Incluye el pago a investigadores, suscripción a publicaciones especializadas, alquiler o compra de aparatos de laboratorio, viaje para pruebas de campo, material para escalamiento piloto, etc.

Normalmente se presupuesta entre el 2 y el 20% de los ingresos por ventas. El desarrollo del antiespumante es muy genérico y de bajos requerimientos en equipos de laboratorio; en contraste, su servicio técnico de aplicación en campo es demandante, es por eso que se presupuestará 2% en ventas

TABLA 4.22

PRESUPUESTO GASTOS DE INVESTIGACIÓN (N\$)

<u>AÑO</u>	<u>GASTO</u>
1er	20,592.00
2do	41,184.00
3er	51,480.00

4.6. GASTOS FINANCIEROS

Este rubro deriva del pago de intereses y capital sobre préstamos otorgados para la instalación y arranque de la compañía.

Para el presente proyecto se considerarán financiamientos por el 60% de la inversión total, participando los accionistas con el resto de los recursos.

Se considerará una tasa del 17% anual de interés que corresponde al promedio de tasa que se paga en créditos con Nacional Financiera.

Considerando el plazo de pago del crédito a 20 años promedio aportando anualmente partidas equivalentes tenemos:

INVERSIÓN TOTAL	N\$ 1'523,957.00
INVERSIÓN A FINANCIAR	N\$ 914,374.00
APORTACIÓN ANUAL	N\$ 45,718.00

TABLA 4.23**GASTOS FINANCIEROS**

<u>AÑO</u>	<u>APORTACIÓN</u> <u>ANUAL N\$</u>	<u>INTERES</u> <u>N\$</u>	<u>TOTAL</u> <u>N\$</u>
1	45 718	155 443	201 161
2	45 718	147 671	193 389
3	45 718	139 899	185 617

4.7. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es el volumen mínimo de producción a partir del cual se empiezan a tener utilidades. Depende de los costos fijos, de los costos variables y de los ingresos de ventas. Dependiendo del tipo de proceso productivo a analizar, alguno de estos factores se vuelve determinante.

Para determinar la capacidad mínima económica de operación (punto de equilibrio) debe considerarse una operación al 100% de capacidad y agrupar los costos fijos y variables. (Tabla 4.24).

La línea de ingresos parte del origen con una pendiente que depende del precio de venta. La línea de egresos parte de un valor en el eje "Y" igual al valor de los costos fijos, y tiene una pendiente que depende de los costos variables. La intersección entre ambas marca el punto de equilibrio. (Gráfica IV.1)

GRAFICA IV. 1
PUNTO DE EQUILIBRIO

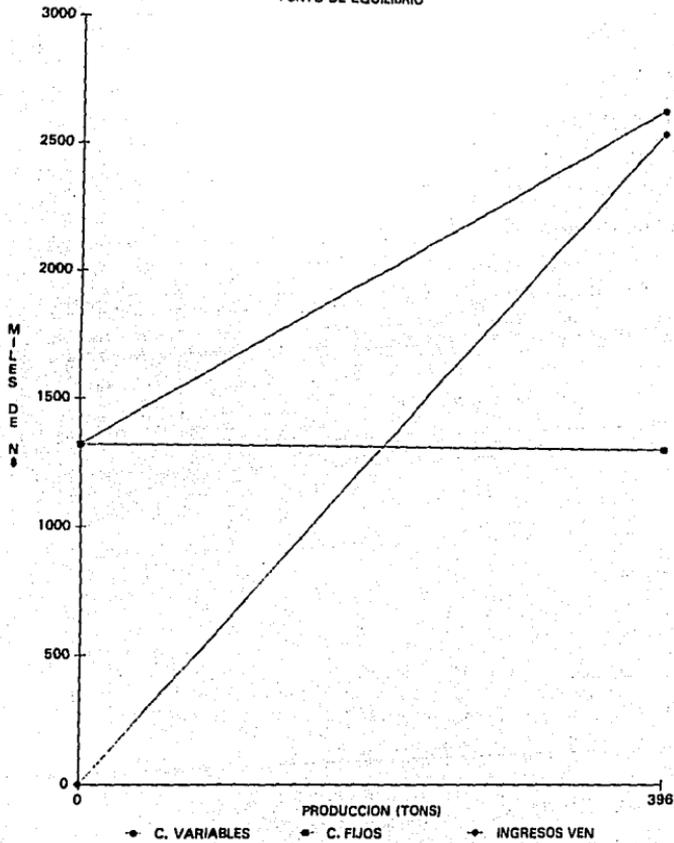


TABLA 4.24
PUNTO DE EQUILIBRIO (NS)

<u>COSTOS FIJOS</u>		<u>COSTOS VARIABLES</u>		<u>INGRESOS POR VEN</u>
SALARIOS	649,334.00	MAT. PRIM.	1'227,204.00	VOL. PROD. 396 TON.
MANTENIM	36,762.00	SERV. AUX.	57,374.00	ING. VENTAS 2'574,000
REFACC.	18,381.00	EMPAQUE.	59,400.00	
SUMINIST.	60,267.00	TOTAL:	NS 1'343,978.00	
DEPREC.	129,335.00			
IMPUESTO	30,021.00			
SEGUROS	14,625.00			
GASTOS FIN	185,617.00			
GASTOS	205,920.00			
TOTAL:	1'330,262.00			

Como se puede apreciar la intersección o punto de equilibrio se obtiene al vender 410 toneladas aproximadamente, lo que significa que el proyecto no es rentable abordando el mercado de celulosa unicamente.

Se propone hacer un análisis de sensibilidad para ver el efecto de controlar los principales costos, checando el impacto que tendría una variación en el costo de la materia prima, de la mano de obra y del costo por financiamiento en la viabilidad del proyecto. Al mismo tiempo contemplar el ataque del mercado alternativo de papeles especiales para aumenta los ingresos por ventas.

4.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Un proyecto puede ser sensible a uno o varios rubros de costo. Esto quiere decir que esos rubros importan cantidades que por su monto son determinantes en el costo del producto o servicio que se ofrece y por lo tanto, pequeñas variaciones en los mismos pueden significar que un proyecto sea rentable o no.

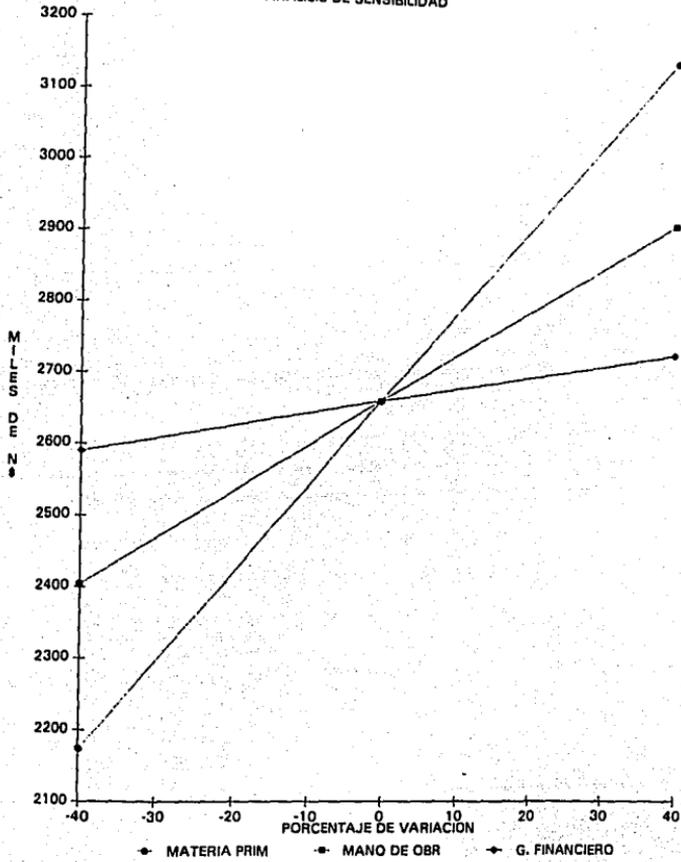
Cuando un proyecto es sensible a la variación de un rubro de costo se dice que es "intensivo" en ese sector.

Gráficamente se demuestra lo anterior por la pendiente de la línea al graficar el porcentaje de variación (positivo y negativo) del rubro contra el punto de equilibrio. Una pendiente alta demuestra que el proyecto es sensible a dicho rubro.

Para este estudio se considerara una variación (positiva y negativa) del 10, 20 y 40% sobre los rubros de mayor monto, a saber mano de obra, materias primas, gastos financieros. (Gráfica IV.2).

Después de realizar este análisis, se observa que el mayor impacto se tiene en el costo de la materia prima, seguido de la mano de obra. Esto quiere decir que si hubiera una reducción en el costo de la materia prima, se podría considerar mas cercana la viabilidad del punto de equilibrio favorable para la implementación de esta planta.

GRAFICA IV.2
ANALISIS DE SENSIBILIDAD



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES:

En el presente trabajo, se han resaltado las ventajas que tienen el utilizar un antiespumante de silicón en la Industria de la Celulosa y el Papel, en lugar de utilizar antiespumantes orgánicos, que a pesar de ser más baratos, haciendo una evaluación más profunda de los mismos se puede ver que no son tan efectivos económica ni ecológicamente.

La Industria de los Silicones tiene, por otro lado, un gran futuro, ya que sus fuentes de obtención, como por ejemplo el cuarzo y los depósitos de arenas conformadas por dióxido de silicio, son prácticamente inagotables, lo cual permitirá el desarrollo de nuevos productos a más bajo costo y altamente ecológicos.

Desafortunadamente, durante el desarrollo del presente trabajo, la economía mexicana se encontró en un periodo de transición, sobre todo con la entrada en vigor del Tratado Comercial con Estados Unidos y Canadá, lo cual, lejos de impulsar el desarrollo de las plantas productoras de papel en el territorio nacional, ha desarrollado un mercado más enfocado a la comercialización y a la manufactura de papeles especiales.

Debido a lo anterior, el proyecto aquí presentado se ve como "poco viable" si únicamente se enfoca al mercado de la Celulosa y el Papel, sin embargo, el producto desarrollado, debido a las propiedades tan particulares del silicón, puede ser utilizado en otras industrias con lo cual se justificaría la instalación de la planta.

Así, se sugiere que se exploren otros mercados para este producto y no enfocarse únicamente al mercado de la celulosa y el papel, ya que este, como se mencionó anteriormente, está convirtiéndose poco a poco en una industria comercializadora más que productora. Otra sugerencia para obtener éxito en la comercialización de nuestro antiespumante, sería la de buscar clientes en el extranjero, para lo cual necesitaría ser bastante competitivo, tanto en precio como en calidad y servicio.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Análisis de Mercados

Frank. R.E. Kuehn - W.F. Massy

Editorial Trillas

1a Edición

2. Anuario de la Industria Química Mexicana en 1993.

ANIQ. Asociación Nacional de la Industria Química.

3. Apuntes de Ing Química: Flujo de fluidos

4. Apuntes de Ingeniería Económica

5. Chemical Engineering Cost Estimation.

Aries R.S. / Newton R.D.

McGraw Hill Brook Co.

4a Edición.

6. Chemical Engineering Drawing Symbols

John Wiley and Sons Publishing Co.

D.G. Austin New York

7. Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel.

C. Earl Libby

Cia. Editorial Continental, S.A.

9a Edición.

8. Directorio de Empresas, Productos, Servicios y Distribuidores de la Industria Química Mexicana.

ANIQ. Asociación Nacional de la Industria Química, A.C.

Directorio de Productos Químicos

Índice de Empresas Productoras.

9. Diseño de Recipientes de Proceso.
BUFETE INDUSTRIAL
Procedimiento de Cálculo PCC-013

10. Distribución de Planta

Artículo

Revista Programa de Apoyo Integral a la Pequeña y Mediana Industria (PAI)

11. Especificaciones técnicas de la SILICA y del CONCENTRADO DE SILICÓN

Dow Corning de México

12. Flow of Fluids Through Valves, Fitting and Pipes
Crane Co.

13. Información técnica sobre antiespumantes

Dow Corning de México

14. Información técnica sobre silicones

Seminario sobre silicones: usos, aplicaciones y mercado

Hotel Presidente

Septiembre 1991

15. Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso

Race - Barrow

10a impresión 1988

C.E.C.S.A.

16. La Formulación y Evaluación Técnico - Económica de Proyectos Industriales

Ing. Humberto Soto/ Ing. Ernesto Espejel.

Editorial Trillas

3a Edición

17. Ley Federal del Trabajo

Manual Secretaría del Trabajo y Previsión Social

18. *Manual del Ingeniero Químico*
Robert H. Perry- Cecil H. Chilton
Quinta edición. Segunda Edición en español. Mc Graw Hill 1982.

19. *Memorias de Cálculo*
BUFETE INDUSTRIAL
Proyecto para Petróleos Mexicanos
No Especificación MC-A-02

20. *Memoria Estadística de la CÁMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS
DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL (CNICP). 1991 - 1993*

21. *Paquete de proceso para la Unidad Hidrodesulfonadora
de Naftas- PEMEX. Contrato 1076*
Instituto Mexicano del Petróleo
Subdirección de Ingeniería de Proyectos

22. *Principles of Engineering Economy*
Grant E.L. / Grant Irewson
The Ronald Press Co.
4a Edición.

23. *Principios de Operaciones Unitarias*
Foust - Wuncel
C.E.C.S.A.
14a Impresión

24. *Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química*
David Himmelblau
6a Impresión 1981
C.E.C.S.A.

25. *Problemas de Ingeniería Económica*
Operaciones Básicas. Tomo I.
Joaquín Ocón García - Gabriel Tojo Barreiro
2a Edición
Editorial Aguilar

26. Process Equipment Design
Brownell and Young
John Willey and Sons Co.

27. Pump Handbook
Igor J. Karassik / William C. Krutzsch
2a. Edición
Mc Graw Hill Book Co.

28. Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo
Manual Secretaria del Trabajo y Previsión Social

29. Tesis: Anteproyecto de planta para la fabricación de Guayacol
Ing Químico Jesus Guillermo Rojas Fajardo
Facultad de Química de la UNAM
1987

APÉNDICE A

Velocidades recomendadas.

Este apéndice debe ser utilizado como referencia únicamente. Las recomendaciones incluidas están basadas en diámetros económicos y en materiales recomendados. Se asume son velocidades de descarga, a menos que otra cosa se indique.

a) LÍQUIDOS COMUNES

<u>FLUIDO</u>	<u>VEL (ft/seg).</u>
Aceites lubricantes	6.0
Ácido clorhídrico	5.0
Ácido sulfúrico (88-100%)	4.0
Agua	5.0 - 8.0
	3.5 - 8.0*
	1.0 - 3.5**
Agua de mar	5.0 - 8.0
Amoniaco	6.0
Benceno	6.0
Bromo	4.0
Cloro (seco)	5.0
Cloroformo	6.0
Cloruro de Calcio	4.0
Cloruro de metilo	6.0
Cloruro de sodio (sin sólidos)	5.0
Cloruro de sodio (con sólidos)	6.0 - 15.0
Cloruro de vinilo	6.0
Cloruro de vinilideno	6.0
Dibromuro de etileno	4.0
Dicloruro de etileno	6.0
Estireno Etilen-glicol	6.0
Hidróxido de sodio (0 - 30%)	6.0
(30 - 50%)	6.0
(50 - 70%)	5.0
Jugo de Caña	4.0 - 6.5
	3.3 - 4.0*

<i>Meladura</i>	2.5 - 4.0
	1.6 - 3.3*
<i>Mieles</i>	15. - 2.5
	0.85 - 1.6*
<i>Percloroetileno</i>	6.0
<i>Propilenglicol</i>	5.0
<i>Tetracloruro de carbono</i>	6.0
<i>Tricloroetileno</i>	5.0

* A la succión

** A la succión, cuando NPSH es menor de 10 pies.

B) OTROS FLUIDOS

Estas recomendaciones de velocidad están basadas en tubería de acero al carbón, cédula 40.

<u>DENSIDAD</u>	<u>VELOCIDAD</u>	
{lb/ft ³ }	{ft/seg}	{ft/min.}
100.0	5.1	
50.0	6.2	
10.0	10.1	
1.0	19.5	1170
0.1	39.0	2340
0.01	78.0	4680