



*Universidad Nacional Autónoma de México*

FACULTAD DE QUIMICA

"ESTUDIO DE VIABILIDAD TECNICO-ECONOMICO  
PARA PRODUCIR FOSFATO DICALCICO DIHIDRATADO  
UTILIZANDO ACIDO FOSFORICO OBTENIDO POR  
VIA HUMEDA A PARTIR DE ROCA FOSFORICA MEXICANA "

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO QUIMICO

P r e s e n t a n

FERNANDO AGUILAR MEJIA

JORGE AGUILAR MEJIA

INGENIERIA QUIMICA

1980

M-19075



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

JURADO :

PRESIDENTE : GUILLERMO BARRAZA ORTEGA

VOCAL : GUILLERMO CARSOLO PACHECO

SECRETARIO : ALEJANDRO ANAYA DURAND

1er. SUPLENTE : JORGE MARTINEZ MONTES

2o. SUPLENTE : CLAUDIO A. AGUILAR MERTINEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA :

INDUSTRIAS RESISTOL S. A.

SUSTENTANTES : FERNANDO AGUILAR MEJIA

JORGE AGUILAR MEJIA

ASESOR DEL TEMA : ING. ALEJANDRO ANAYA DURAND

ASESOR TECNICO : ING. J. RAMON GONZALEZ DE S.

## I N D I C E

CAPITULO I .-	Introducción.	
	Introducción .....	1
CAPITULO II .-	Estudio de Mercado.	
	Estudio de mercado .....	3
PARTE I : Obtención del Acido Fosfórico.		
CAPITULO III .-	Materias primas para la obtención del <u>á</u> <u>ci</u> do fosfórico.	
	a) Generalidades .....	9
	b) Criterios para la evaluación de la roca fosfórica .....	11
	c) Análisis típicos de las diferentes rocas locales .....	15
	d) Selección de la roca .....	16
	e) Especificaciones .....	17
CAPITULO IV .-	Procesos de obtención de ácido fosfórico por vía húmeda.	
	a) Descripción de los procesos .....	18
	b) Selección del proceso más adecuado .....	31

**CAPITULO V .- Planta de Acido fosfórico.**

a) Bases de diseño .....	35
b) Diagrama de flujo de proceso .....	38
c) Lista de equipos .....	39
d) Características resumidas de los equipos de proceso .....	40
e) Estimación de costos .....	67

**PARTE II : Obtención del Fosfato Dicálcico Dihidrato.**

**CAPITULO VI .- Propiedades y Usos del fosfato dicálcico.**

a) Características y especificaciones .....	71
b) Materias primas para la producción de F.D.D. ....	72

**CAPITULO VII .- Proceso de obtención de fosfato dicálcico dihidratado.**

a) Reacciones .....	73
b) Algunos aspectos técnicos .....	73

**CAPITULO VIII .- Planta de Fosfato Dicálcico.**

a) Diagrama de flujo de proceso .....	75
b) Lista de equipos .....	76
c) Características resumidas de los equipos.	76
d) Estimación de costos .....	88

**CAPITULO IX .- Evaluación del proyecto.**

a) Introducción .....	91
b) Descripción de los modelos contables ....	91

	c) Descripción de los métodos de evaluación.	93
	d) Cálculo de la inversión total para el proyecto y costos de operación .....	95
	e) Evaluación del proyecto .....	105
CAPITULO	X .- Análisis de sensibilidad del proyecto. Análisis de sensibilidad del proyecto ...	126
CAPITULO	XI .- Conclusiones. Conclusiones .....	127
	<b>Bibliografía.</b> Bibliografía .....	129

CAPITULO I

INTRODUCCION

## I.- INTRODUCCION.

La sustitución de importaciones constituye, en la mayoría de los casos, uno de los medios más sanos para el desarrollo industrial de un país, a la vez que redundando en beneficio de la balanza comercial del mismo. En muchas ocasiones, la sustitución se hace parcialmente, es decir, importando la materia prima y procesándola localmente, hasta el producto terminado. Si lo que nos interesa es conseguir una completa sustitución de las importaciones, podemos afirmar que la premisa fundamental para ello es contar con las fuentes de materias primas locales que nos proporcionen material en cantidad y calidad adecuadas.

México posee varios yacimientos de roca fosfórica distribuidos en distintas regiones del país y aunque no todos son aprovechables, si existen algunos que por sus características resultan atractivos para ciertos proyectos, como lo es el caso que nos ocupa.

Por otro lado, México produce hidróxido de calcio en diversas calidades, de entre las cuales se puede seleccionar la más adecuada para la producción de un fosfato de calcio alimenticio.

Mediante el presente estudio se persiguen dos objetivos fundamentales :

a) Aprovechar los recursos nacionales de roca fosfórica para utilizarla en la fabricación de ácido fosfórico por vía húmeda.

b) Sustituir las importaciones de fosfato dicálcico - dihidratado grado alimenticio, utilizado en la fabricación de productos para consumo humano.

Para cumplir con los objetivos propuestos serán necesarios los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Química, así como el criterio para el análisis y resolución de problemas que hemos desarrollado en el transcur-



so de la misma.

La idea que pretendemos evaluar es la producción de fosfato dicálcico dihidratado grado alimenticio, utilizando como materia prima ácido fosfórico obtenido por el proceso húmedo.

Este ácido provendrá a su vez de roca fosfórica perteneciente a uno de los yacimientos nacionales.

Se determinará la capacidad de la planta mediante el estudio de mercado y con ello los costos de inversión y de operación. Se fijará un precio para el producto entre el valor actual del F.D.D. y el precio que arroje el punto de equilibrio. Posteriormente, se calculará el tiempo de recuperación de la inversión y la velocidad de retorno sobre la inversión por flujo de caja descontado, con lo que evaluaremos la factibilidad de la idea.

Se prevé que la planta de ácido fosfórico poseerá una capacidad sumamente pequeña, si se la compara con las grandes plantas construídas por Fertilizantes Fosfatados Mexicanos -única empresa que produce ácido fosfórico por vía húmeda en el país- sin embargo, existen varios factores que a nuestro juicio la justifica y que enumeramos a continuación:

1) La planta permitirá explotar un yacimiento de roca fosfórica no aprovechado hasta el momento y que se caracteriza por tener un bajísimo contenido de flúor, cualidad fundamental que debe cumplir cualquier material que se utilice para consumo animal.

2) El ácido producido no requerirá una etapa de concentración como lo presentan las grandes plantas. Esto reducirá considerablemente los costos de inversión y de operación.

3) Si compráramos el ácido fosfórico, este tendría que someterse a una purificación para eliminar flúor y arsénico, lo cual implica más inversión en equipo.

" DESARROLLO "

CAPITULO XI

ESTUDIO DE MERCADO

## ESTUDIO DE MERCADO

Con el objeto de definir el mercado del fosfato dicálcico dihidratado y con ello determinar la capacidad de la planta para producirlo, se describe a continuación el esquema de consumos y distribución del mencionado producto.

La tabla A contiene los datos de volúmenes de importación a partir de 1968 por países y años. La información proviene del Anuario Estadístico de Comercio Exterior, y por fuentes confiables se sabe que prácticamente el 100% de los volúmenes reportados se refieren a fosfato dicálcico dihidratado. Dado que los volúmenes de producción nacional son tan pequeños, comparados con las importaciones, que no se generan excedentes para exportar, en este caso particular el consumo aparente se tomará como el equivalente a las importaciones.

Los datos llevados a una gráfica de volúmenes contra años demuestran un crecimiento hasta el año 1974. En 1975 se presenta una disminución brusca de las importaciones, recuperándose en 1976. Se piensa que las causas más probables de éste comportamiento hayan sido las siguientes:

- a) Que los años próximos anteriores las compañías consumidoras hayan aumentado sus inventarios - por suponer ó esperar incrementos notables en la producción nacional, dedicándose a agotarlos durante el año de 1975.
- b) Que el mercado de los alimentos balanceados para animales se viera afectado, como sucedió con la mayoría de las industrias en México, por la escasez de materias primas padecida en el año de 1975.

Respecto a la primera suposición, tenemos conocimiento de dos empresas en México que producen el F.D.D. , pero informados por ellos mismos sus volúmenes de producción son mi

T A B L A A  
VOLUMENES DE IMPORTACION EN TONELADAS

AÑO PAIS	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
U.S.A.	2089.5	2379.3	2336.5	2768.5	3172.6	3615.8	3504.8	1587.8	2831.0	3065.8
REPUBLICA FED. ALEM.	0.08					10.1	1.4	7.06	30.0	76.4
FRANCIA	0.16	0.32	0.216	0.484	0.06					
CANADA				1.08	50.5		27.85			54.5
PAISES BAJOS					100.0					10.0
REPUBLICA DEL SALV.		24.5								
GRAN BRETAÑA	10.0	0.03	7.25				5.12			
TOTAL	2099.7	2404.7	2343	2770.4	3323.1	3626	3540.8	1594.0	2861	3197.7

Gráfica I.A.



nimos comparados con el tamaño de las importaciones y ninguna de las dos tuvo aumentos de capacidad notables en el año que estamos discutiendo. Por lo anterior, concluimos que la causa más probable de la disminución en la historia de las importaciones del producto haya sido la segunda de las mencionadas anteriormente.

Analizando las cifras de importación por fracciones arancelarias, encontramos que del total de las mismas, aproximadamente el 90% corresponden al fosfato dicálcico grado dentífrico, siendo los principales consumidores: La Compañía Medicinal La Campaña y Colgate Palmolive.

Con el objeto de resolver la situación provocada por la disminución de las importaciones en 1975 y poder estimar la ecuación más adecuada para las proyecciones, se hizo lo siguiente: dado que para los años de 1976 y 1977 se nota una tendencia hacia la recuperación del crecimiento de las importaciones y considerando que la explicación dada para el caso de 1975 es satisfactoria, decidimos calcular, por mínimos cuadrados, la recta más adecuada para los períodos de 1968 a 1974 y de 1975 a 1977. Calculamos las pendientes de cada una de las rectas y con ellas una pendiente ponderada; aplicando el método analítico de punto y pendiente nos apoyamos en el punto de intersección de las dos rectas iniciales y obtuvimos la curva de pronósticos.

Cabe aclarar que basándonos en la información recolectada, consideramos que los volúmenes de importación representan prácticamente el consumo aparente del mercado del F.D.D.

La obtención de las ecuaciones para las dos secciones de la gráfica se realizó con el programa integrado de la calculadora TI 58, habiéndose encontrado las siguientes formas:

- Ecuación para el período 1968 a 1974

$$Y = 276.468 X + 1766.418 \dots (1)$$

276.468      1766.418

- Ecuación para el período 1975 a 1977

$$Y = 801.45 X - 4661.883 \dots (2)$$

Donde Y es el volúmen de las importaciones ó consumo aparente y X el año codificado a partir de 1968 .

$$\text{Media ponderada} = \frac{(276.4 \times 7) + (801.5 \times 3)}{10} = 433.93$$

Punto de intersección:

$$Y = 5151 \text{ ton}$$

$$X = 12.244 \text{ años (1979)}$$

- Ecuación para los pronósticos

$$Y = 433.93 X - 162 \dots (3)$$

Ecuación que usaremos para nuestras proyecciones.

#### PROYECCION DE LAS IMPORTACIONES

AÑO	IMPORTACION (TONELADAS)
1979	4611
1980	5045
1981	5479
1982	5913
1983	6347
1984	6781
1985	7215



Entre un 60 y 70% del mercado de F.D.D. se encuentra distribuido en el D.F., Edo. de México y Noreste de la República. Este porcentaje de distribución representará un factor importante en la decisión de localización de la --- planta.

Para el caso del precio del F.D.D. no se efectuará ninguna proyección, ya que en la evaluación del proyecto se llevarán todos los costos involucrados a valor presente, - para un precio supuesto entre el valor para el punto de equilibrio y el precio actual de importación del F.D.D.; -- calculándose el correspondiente tiempo de recuperación de la inversión, y la tasa de retorno por flujo de caja descontado, parámetros que nos determinarán la viabilidad de la idea.

Dado que adicionalmente a la sustitución de las importaciones pensamos que se podría contar con un excedente de producción para exportar y que la capacidad de la planta, calculada en base a las proyecciones, sería un 80% de la - capacidad total, el diseño se hará para 9,000 toneladas anuales de F.D.D.

PARTE I

OBTENCION DEL ACIDO FOSFORICO

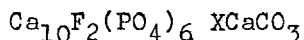
**CAPITULO III**

**MATERIAS PRIMAS**

a) Generalidades.

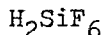
En la fabricación de ácido fosfórico por vía húmeda se utilizan fundamentalmente dos materias primas importantes: roca fosfórica y ácido sulfúrico.

La roca fosfórica existe principalmente como fluorapatita, cuya fórmula general se ha establecido como :



La mayoría de la roca fosfórica utilizada en la producción de ácido fosfórico, proviene de depósitos sedimentarios formados por precipitación de fosfatos disueltos. Las características de la roca varían de acuerdo a la zona geográfica de donde provienen y los distintos contenidos de impurezas, obligan a un análisis detallado del material antes de seleccionar el proceso de extracción, cuya economía depende fundamentalmente de la calidad de la roca.

La presencia de impurezas representa un factor importante en el proceso de selección de la roca. El flúor se convierte en ácido fluorhídrico que a su vez reacciona con la sílice en la roca, para formar ácido fluosilícico :



En rocas deficientes en sílice suele agregarse cierta cantidad de ésta para prevenir la corrosión por el ácido fluorhídrico libre.

La materia orgánica causa formación de espuma, los carbonatos consumen un exceso de ácido sulfúrico y el fierro y aluminio forman fosfatos insolubles, causando pérdidas de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y problemas de sedimentación.

Los cloruros incrementan la corrosión y los iones sodio y potasio reaccionan con el ácido fluosilícico, para producir fluorosilicatos que causan incrustación en los equipos.

El contenido de  $\text{P}_2\text{O}_5$  viene a ser, por razones obvias, la principal característica de la roca fosfórica y en base

a éste parámetro se la suele clasificar. En la práctica se utiliza la designación "BPL" (bone phosphate of lime) - para indicar el contenido de  $P_2O_5$  en la roca. Mientras más alto es el BPL, mayor es el contenido de  $P_2O_5$ . Este parámetro indica la concentración de fosfato expresado en términos de fosfato tricálcico,  $Ca_3(PO_4)_2$ , y es igual al producto del % de  $P_2O_5$  por un factor constante de 2.183 .

En plantas de capacidad pequeña, suele recomendarse el uso de roca previamente beneficiada y reducida a cierto tamaño de partícula. Para operaciones a capacidades mayores, suélese integrar el proceso desde la explotación de la roca con todo el proceso de beneficiación hasta su consumo - en la planta.

El proceso de beneficiación simple, utilizado en la - preparación de roca, para producir ácido fosfórico, consiste fundamentalmente en un lavado del mineral, con una separación de gruesos -de alto contenido en  $P_2O_5$ - y eliminación de arenas que generalmente son pobres en  $P_2O_5$ . Las fracciones intermedias se someten a un proceso de flotación con surfactantes.

Los concentrados combinados se deshumidifican y secan. Una vez seco, el producto se muele al tamaño final que es requerido (normalmente 60% através de malla 200 Tyler para proceso de ácido fosfórico).

El ácido sulfúrico que se utiliza en la producción de ácido fosfórico, tiene una concentración que oscila entre 90 y 98% , ya que de éste modo se puede obtener un concentrado más alto de  $P_2O_5$  y una mayor eficiencia en el lavado de los cristales de sulfato de calcio.

En su mayoría, el ácido utilizado es producido por el método de contacto en el que dióxido de azufre,  $SO_2$ , obtenido por la combustión de azufre elemental, se oxida a -- trióxido de azufre mediante catalización en pentóxido de - vanadio,  $V_2O_5$  . El  $SO_3$  obtenido se absorbe en ácido di

luido para dar la concentración final deseada, normalmente 98% .

Una de las variables más importantes que afecta: la velocidad de reacción de la roca con el ácido sulfúrico, la filtrabilidad del sulfato formado como subproducto y algunas propiedades físicas del ácido fosfórico obtenido, es el contenido de ácido sulfúrico libre en el sistema. Este exceso de ácido sulfúrico suele mantenerse entre 2 y 3% base  $SO_3$ .

Se ha demostrado que pueden utilizarse otros ácidos además del sulfúrico, como el clorhídrico y el nítrico, pero se tiene la desventaja de que forman sales de calcio, solubles en ácido fosfórico y por lo tanto se ven involucradas técnicas de separación muy complicadas y costosas, como la extracción líquido-líquido.

#### **B) Criterios para la evaluación de la roca fosfórica.**

La evaluación de una roca fosfórica debe partir de un análisis de su composición, ya que ésta nos proporciona información, que permite clasificar el producto y hacer una primera estimación sobre el posible uso al que se puede destinarse. Los criterios que se siguen se refieren a los distintos contenidos de componentes en la roca y pueden establecerse de acuerdo a recomendaciones generales y sobre todo a las características que se requieren para el material que se producirá con el ácido proveniente de ésta roca.

A continuación se describen los lineamientos generales que se recomiendan para cada uno de los componentes de la roca y que servirán de base para la selección de la roca fosfórica nacional, que se adecúe a la producción de fosfato dicálcico dihidratado (F.D.D.) .

##### **1.- Contenido de $P_2O_5$**

Debido a la marcada influencia que tienen los

costos de transportación sobre el costo final de la roca - fosfórica (puesta en planta), la tendencia general en el manejo de éste material es el de obtener un producto más concentrado y de ese modo reducir los costos de transporte.

Por las aplicaciones específicas que generalmente se -- dan al ácido fosfórico producido por vía húmeda, se han fija-- do niveles mínimos de concentración de  $P_2O_5$  en la roca, sin querer decir ésto que dichas recomendaciones deban tomarse -- como limitantes infrancueables.

Se puede hablar de concentraciones de ácido entre 30 y 40% en  $P_2O_5$ , si se utiliza en la fabricación de fosfatos de amonio o potasio. / De 52 a 54% si el ácido se envía para -- consumos externos (ácido grado técnico), para lo cual es de-- seable partir de una roca con un contenido de 30 a 31% de --  $P_2O_5$ . En el caso de los fosfatos de calcio se puede par-- tir de un ácido con 32% de  $P_2O_5$ , para lo cual una roca con -- 20% en  $P_2O_5$  puede llegar a utilizarse.

## 2.- Relación $CaO/P_2O_5$

Su impacto se manifiesta fundamentalmente en el consumo de ácido sulfúrico en la fase de ataque a la roca, además de que existen valores límites para poder decir que se cuenta con una roca de buena calidad.

Los valores normales considerados para éste parámetro -- están entre 1.6 y 1.32. Superiores al primero, el consumo de ácido sulfúrico resulta antieconómico y por debajo del se-- gundo se tendría un mineral distinto al utilizado en la producción de ácido fosfórico, requiriendo una cuidadosa obser-- vación de los contenidos de Fe y Al si se desea utilizar el mineral para la obtención de éste ácido.

## 3.- Contenidos de fierro y aluminio

Juntos representan uno de los principales -- problemas en la fabricación de ácido fosfórico por vía húme-- da. Interfieren en el crecimiento de los cristales de sulfa

to de calcio y provocan pérdidas de pentóxido, al formar - compuestos insolubles en agua. Se ha demostrado que el - Al en particular, tiene un marcado efecto en la cristalización del yeso. El fierro y aluminio disueltos en el ácido fosfórico filtrado, tienden a precipitar en forma gelatinosa al concentrar el ácido.

En rocas que contienen entre 1 y 2% de  $R_2O_3$  (R=Fe ó Al) se ha demostrado que influyen favorablemente a la filtración. La práctica aceptada es considerar un 3% máximo como el valor adecuado para el contenido de estas impurezas.

#### 4.- Contenido de $CO_2$

Este componente proviene en una roca, del ión carbonato sustituido en la red cristalina del mineral. Esta impureza es consumidora de ácido y generalmente se asocia con un alto contenido en CaO. Aparte del efecto económico por el consumo de ácido, los carbonatos son indeseables, dado que forman espuma por el desprendimiento de  $CO_2$  en la fase de ataque, influyendo en los volúmenes efectivos de reacción y por lo tanto sobre los costos de inversión en equipos. Se considera 4% como límite.  $CO_2$

#### 5.- Contenido de sílice

Alrededor del 80 - 90% de la sílice en la roca es insoluble en ácido, y por lo tanto no afecta fuertemente al proceso de fabricación del ácido fosfórico. La sílice soluble en ácido forma silicatos que afectan el crecimiento de los cristales de yeso, pero su ausencia puede provocar alta corrosividad en el ácido obtenido. Esto se debe a que -- los compuestos solubles de flúor en el ácido,  $SiF_4$  y HF, se incrementan con la ausencia de sílice, provocando el deterioro al equipo de proceso.

Se considera que un mínimo de 3% de  $SiO_2$  es suficiente para evitar los problemas de corrosión. (% de sílice soluble o reactiva).



## 6.- Contenido de Flúor

El contenido de ésta impureza en la mayoría de las fluorapatitas, varía entre 0.089 y 0.148 en la relación  $F/P_2O_5$ . El flúor representa un alto potencial de corrosión en el proceso y se han desarrollado métodos para su control. Más que la relación anterior, se prefiere observar que existe entre el  $SiO_2$  y el F, dado que con ello se garantiza que existe suficiente sílice reactiva para la conversión de todo el flúor a  $H_2SiF_6$ . Se ha encontrado que una relación mínima de 0.791, es suficiente para evitar los problemas de corrosión.

La discusión anterior se refiere fundamentalmente, al cuidado del equipo de procesos, pero otro factor importante que se debe observar en el contenido de F en la roca, es la aplicación para la cual se vaya a destinar el ácido fosfórico obtenido.

El ácido que se utiliza para la fabricación de alimentos para consumo humano, debe contener un nivel sumamente bajo de F. El método más común de expresar este nivel, es en base a la relación P/F. Para fosfatos grado alimenticio se establece una relación mínima de 125 /

Para alcanzar estos niveles de flúor se han desarrollado varios métodos industriales, que ya se encuentran en operación y han arrojado excelentes resultados.

## 7.- Contenido de magnesio

El magnesio se presenta principalmente como carbonatos y su contenido en la roca varía entre 0.05 y 0.7% como MgO. Los valores superiores a 0.3% de MgO pueden afectar la viscosidad del ácido fosfórico y causar dificultades para obtener los grados comerciales de fertilizantes granulados. Si en la práctica se considera la relación  $(R_2O_3 + MgO)/P_2O_5 = 0.094$  como limitante, tendremos

que un valor recomendable para la relación  $MgO/P_2O_5$  es de 0.014 .

#### 8.- Contenido de sodio y potasio

Las sales de sodio y de potasio presentes en la roca, generalmente reaccionan con el flúor para formar los correspondientes fluorosilicatos, los cuales tienen una fuerte tendencia a precipitar y formar incrustaciones en las líneas de proceso, tancues y telas de los filtros. Se pueden considerar como normales, valores menores de 1% de  $Na_2O + K_2O$  .

#### 9.- Contenido de materia orgánica

Las cantidades de material orgánico en la roca, varían de acuerdo al depósito de donde proviene ésta. La materia orgánica produce varios efectos indeseables sobre el ácido, como son: impartir coloración, producir espumación en la fase de ataque, modificar el crecimiento de los cristales de yeso. El contenido límite para este rendimiento es de 2.5% . *← 1.5%*

### → c) Análisis típicos de las diferentes rocas locales.

Las características principales de los yacimientos más importantes de la República Mexicana, se muestran en la tabla 1 . De acuerdo a diversos estudios realizados por el Consejo de Recursos Minerales, se han considerado tanto por su calidad, cuanto por el tamaño de las reservas, como yacimientos explotables a los de San Hilario en Baja California Sur; de Zimapán en el Edo. de Hidalgo; los localizados en el estado de Saltillo y los ubicados en la zona denominada La Caja, entre los estados de Nuevo León, Zacatecas y Coahuila.

TABLA 1

CONTENIDO (%)	SAN HILARIO	ZIMAPAN	SALTIILLO	LA CAJA
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26.81	23.09	28.07	28.00
CaO	43.08	44.48	45.77	42.62
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.85	0.10	2.34	2.00
SiO <sub>2</sub> (R)	1.41	1.60	2.87	1.70
F	3.18	2.90	2.61	TRAZAS
CO <sub>2</sub>	5.30	1.19	2.41	1.30
MgO	0.43	0.11	0.24	----

d) Selección de la roca.

Considerando los criterios de evaluación mencionados en el inciso (b) , a continuación se presentan las comparaciones de los parámetros para cada caso, contra los establecidos como recomendables.

PARAMETRO	VALOR RECOMENDADO	SAN HILARIO	ZIMAPAN	SALTILLO	LA CAJA
%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20.0 mín.	26.81	23.09	28.07	28.00
CaO/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.32 a 1.6	1.60	1.92	1.63	1.52
%R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.0 máx.	1.85	0.10	2.34	2.00
%CO <sub>2</sub>	4.0 máx.	5.30	1.19	2.41	1.30
%SiO <sub>2</sub>	3.0 máx.	1.41	1.60	2.87	1.70
SiO <sub>2</sub> /F	0.791 mín.	0.443	0.551	1.10	

De acuerdo al análisis anterior, podemos concluir que el material más adecuado para utilizarse en nuestro caso, es el proveniente del yacimiento de La Caja; por lo tanto, será ésta la roca fosfórica que se atacará con ácido sulfúrico para obtener el ácido fosfórico correspondiente.

Es muy importante observar el bajo contenido de flúor (trazas) en la roca de La Caja, lo cual la sitúa en una posición sumamente favorable, dado que el flúor es un elemento indeseable en ácido fosfórico, para la fabricación de fosfatos alimenticios.

#### e) Especificaciones.

Dado que las características de la roca a utilizar ya han sido mencionadas, sólo se describirán a continuación las especificaciones del ácido sulfúrico que se utilizarán para el proceso :

ESPECIFICACION	VALOR
Concentración como H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98%
Fierro (ppm)	30
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ppm)	100
Flúor	trazas

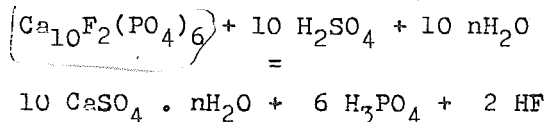
CAPITULO IV

PROCESOS DE OBTENCION DE ACIDO FOSFORICO

POR VIA HUMEDA

a) Descripción de los procesos.

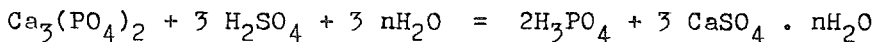
La reacción general entre ácido sulfúrico y roca - fosfórica suele representarse de la siguiente forma:



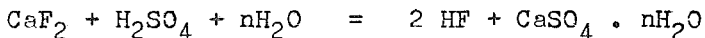
El sulfato de calcio que es muy poco soluble en ácido fosfórico precipitan en forma sólida, sin embargo, dependiendo de la temperatura de reacción de la mezcla y las concentraciones de los ácidos sulfúrico y fosfórico, el sulfato de calcio puede precipitar como el anhidro ( $\text{CaSO}_4$ ); como el hemihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ) ó como el dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

La reacción anteriormente citada, puede subdividirse - en tres pasos simplificados :

1.- el fosfato tricálcico, componente fundamental de la roca, se transforma en ácido fosfórico y sulfato de calcio.



2.- el fluoruro de calcio, considerado como impureza, reacciona para formar fluoruro de hidrógeno y sulfato de calcio.



3.- el carbonato de calcio, impureza también, se convierte a dióxido de carbono y sulfato de calcio.



Las reacciones generales mencionadas, aplican para todos los procesos conocidos de obtención de ácido fosfórico por vía húmeda; las diferencias existentes entre los proce-

Los comerciales, se debe fundamentalmente al tipo de sulfato de calcio que se obtiene en cada uno de ellos. Las características principales de dichos procesos se describen a continuación.

#### 1.- Proceso dihidratado

Consiste básicamente, en hacer reaccionar ácido sulfúrico y roca fosfórica a una temperatura entre 70 y 80 °C. Bajo estas condiciones, el sulfato de calcio cristaliza en forma dihidratada, lo cual permite que en la fase de filtración los cristales puedan lavarse con abundante agua - (limitada por la concentración de ácido fosfórico deseada) - sin que pierdan su forma ni tamaño, favoreciendo la velocidad de filtración.

Sin embargo, la máxima concentración de ácido fosfórico que puede obtenerse es de 32% en  $P_2O_5$ .

El proceso típico por el método dihidratado, consiste en atacar roca fosfórica, previamente molida, con ácido sulfúrico en un tren de reactores agitados, a través de los cuales la masa reaccionante fluye por gravedad. El ácido sulfúrico utilizado en la fase de ataque se mezcla previamente con ácido fosfórico diluido (proveniente de la etapa de filtración) y con parte del afluente del tren de reactores. Suele mantenerse un ligero exceso de ácido sulfúrico en el sistema ya que ello favorece la formación de cristales de fácil filtración.

El afluente de la fase de reacción es dividido en dos corrientes en una proporción de aproximadamente 15 a 1. La mayor de ellas se recircula al sistema de premezcla mencionado anteriormente, mientras que la menor se envía al sistema de filtrado que se desarrolla normalmente en tres etapas: separación del sulfato de calcio con recuperación de  $P_2O_5$ , en la primera y lavado y recuperación de  $P_2O_5$  en la segunda y tercera etapas. En la última etapa se utiliza agua fres-

ca, el afluente se recircula a la segunda etapa, de donde se obtiene una concentración en el ácido de 18 a 20% en  $P_2O_5$  y que se transfiere al tanque de premezcla. La torta de sulfato de calcio se descarga después de fluidizarla a una zona destinada para este material.

FLUIDIZADO

El continuo avance tecnológico, ha venido a suprimir en detalles, más no en principios, el proceso típico mencionado. El tren de reactores ha sido sustituido por un tanque de múltiples compartimientos, tal como el utilizado por el proceso Dorr Oliver; cuyo diagrama se ilustra en la figura 3.1 .

Aunados a estas innovaciones, nuevos materiales de construcción para los equipos de proceso, han redundado en apreciables beneficios en lo económico y lo práctico.

En las figuras 3.2 y 3.3 se muestran dos de los procesos dihidratados, que se utilizan industrialmente en la actualidad, ellos son el proceso Swenson y el proceso Kellogg-Lopker respectivamente.

El sistema más moderno que se conoce dentro del grupo dihidratado, es el Davy Powergas-Pryon. Sus características principales son :

- reducción del volúmen total de reacción en un 10%, sobre su equivalente en tren de reactores;
- facilidad de utilizar ácido sulfúrico diluido;
- menor cantidad de equipo y menores costos de operación;
- cristales de sulfato de calcio mucho más estables y filtrables, que los obtenidos bajo el proceso típico;
- reducción en el  $P_2O_5$  perdido en la torta final de sulfato de calcio, o sea, una mayor recuperación.

VENTAJAS DEL PROCESO

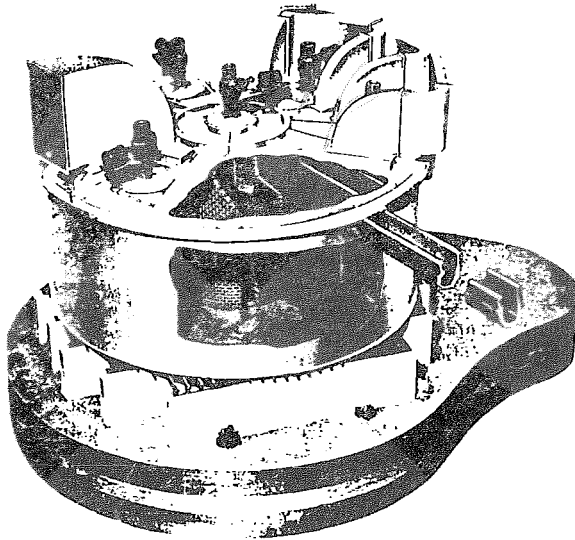
Los gases generados durante la reacción, filtración y concentración del ácido, se colectan y someten a un lavado con alguna solución básica, para formar las sales corres--

SEGUNDA  
4  
PROCESO



pondientes. Dado que en su mayoría los gases están formados por ácido fluorhídrico, la recuperación de éste como -- tal podría beneficiar la economía del proceso y dicha alternativa dependerá del contenido de flúor que contenga la roca fosfórica de la cual se parta.

FIGURA 3-1



REACTOR DE MULTIPLES COMPARTIMIENTOS

FIGURA 3.2  
SISTEMA DE ATAQUE SWENSON

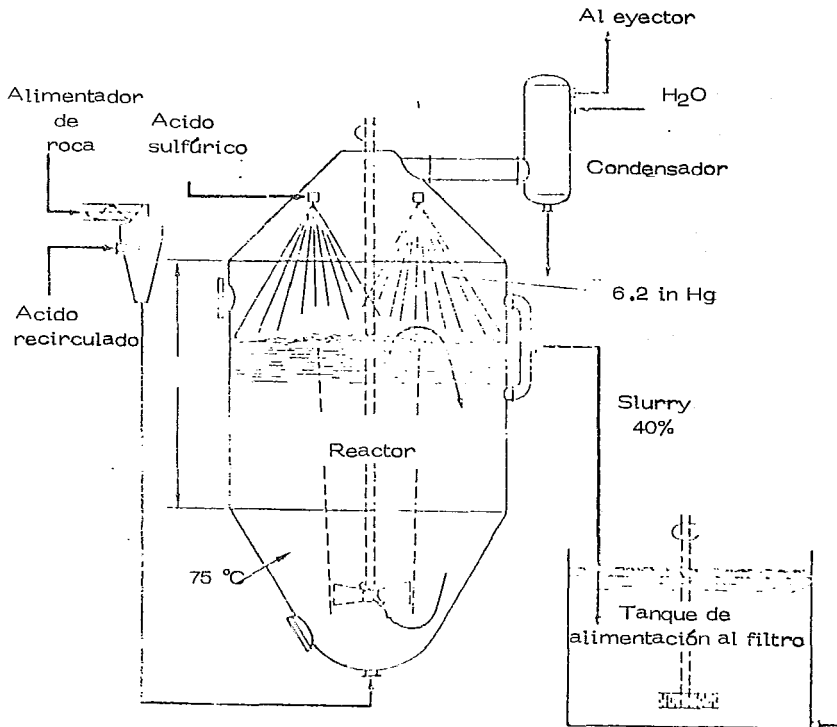
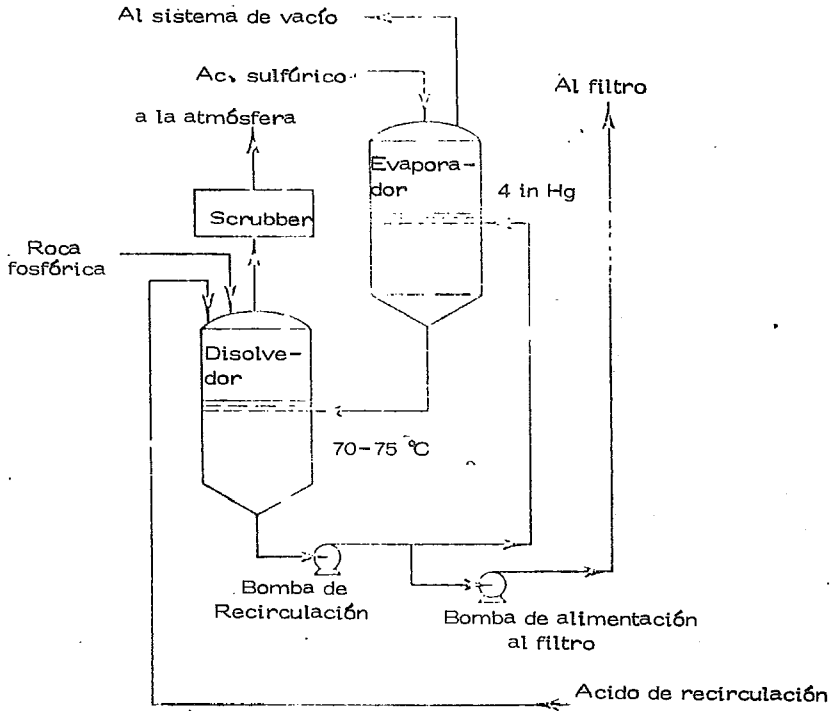


FIGURA 3.3  
SISTEMA DE ATAQUE KELLOGG-LOPKER



Algunos de los aspectos técnicos inherentes al proceso descrito se describen a continuación:

a. Exceso de ácido sulfúrico.- como ya se ha mencionado en párrafos anteriores, la cantidad de ácido sulfúrico libre en el sistema de digestión es una variable de operación importante, debido a su efecto sobre el tamaño y forma de los cristales de sulfato de calcio formado, en general suele recomendarse de 1.5 a 2.5% de exceso base  $\text{SO}_2$ .

b. Control de la temperatura.- ésta variable se encuentra también dentro de las más importantes, dado que la pérdida de control sobre el rango acentado de temperaturas para éste proceso, provoca variaciones en las propiedades físicas del sistema y anomalías en el crecimiento de los cristales de sulfato.

Se practican varios métodos para conseguir el control de la temperatura que van, desde el soplado de aire sobre la superficie del sistema, hasta el enfriamiento por evaporación al vacío. En ésta última técnica, la masa reaccionante se recircula a través de un evaporador enfriador al vacío y se regresa hacia el inicio del sistema de digestión.

c. Densidad del sistema.- la práctica común es mantener la concentración de sólidos entre 25 y 40% en peso.

d. Eficiencia del proceso.- una recuperación de  $\text{P}_2\text{O}_5$  deficiente, puede deberse a varias causas :

- disolución incompleta de la roca,
- lavado deficiente de los cristales de sulfato,
- pérdidas mecánicas,
- sustitución de iones fosfato en la estructura del sulfato.

La mayor pérdida proviene de la última causa mencionada y su efecto se puede minimizar manteniendo un exceso de ácido sulfúrico.

e. Filtración.- la etapa de filtración, represen

ta un gran porcentaje del proceso. El área total efectiva de filtración suele estar entre 2.5 y 3.3  $\text{ft}^2/\text{ton P}_2\text{O}_5/\text{día}$ , con velocidades de filtración recomendadas entre 45 y 100 gal/hr- $\text{ft}^2$ , aplicando un vacío de 15 in Hg .

f. Corrosión.- los recipientes de reacción y en general todos los equipos en contacto con el ácido, se construyen en acero con un recubrimiento interior de hule anticorrosivo y una capa interna terminal de ladrillo antiácido. Para las líneas de proceso, se utilizan tuberías con recubrimiento interior de hule y las bombas y filtros se construyen en acero inoxidable 316 y 317 .

## 2.- Proceso hemihidratado

Tiene sobre el proceso anterior la ventaja de que se obtiene un ácido fosfórico de mayor concentración, entre 38 y 42% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  . La temperatura de reacción se mantiene entre 80 y 95 °C para asegurar la formación del sulfato de calcio hemihidratado y para acelerar la velocidad de reacción. El proceso presenta algunas desventajas:

- por las elevadas temperaturas la corrosión se acelera y los costos de mantenimiento son, por lo tanto, elevados;

- durante la fase de filtración, se corre el peligro de que se hidraten los cristales de sulfato de calcio adquiriendo una forma muy compacta que reduce la velocidad de filtración, lo cual obliga al uso de una mayor superficie de filtrado que incrementa los costos de inversión.

En la actualidad, se han probado algunas modificaciones sobre este proceso, con el fin de hacerlo más atractivo y se ha encontrado que la adición de algunos agentes surfactantes mejora la eficiencia de la filtración al promover la formación de cristales más grandes. Dos compañías que se han dedicado a este tipo de investigaciones son la TVA de E.U.A.

y la Taki Fertilizer Company de Japón. La información disponible demuestra, que éste proceso no ha sido plenamente -- probado a nivel industrial y que las plantas que operan en la actualidad, aún están bajo estudios de optimización y control.

### 3.- Proceso anhidro *No*

En éste proceso, la digestión se efectúa bajo presión y manteniendo una temperatura superior a la temperatura de ebullición del ácido. *P#*

El rango de concentración que se obtiene por éste proceso es de 40 a 50% en  $P_2O_5$ .

En estudios recientes, se ha encontrado que el proceso típico de digestión bajo presión, puede modificarse a recipientes abiertos y reaccionando a  $110^{\circ}C$ , obteniéndose cristales de sulfato de calcio anhidro de buen tamaño y fácil -- filtración.

El principal problema al que se enfrenta este proceso, es la severa corrosión de los equipos, debido a las altas -- temperaturas de operación que se manejan.

TVA ha estudiado un método en el que se utiliza ácido -- sulfúrico concentrado sobre roca fosfórica seca -- en vez de -- ácido diluido sobre slurry de roca y ácido fosfórico diluido -- consiguiendo concentraciones hasta de 50% en  $P_2O_5$  y una forma fácilmente filtrable de sulfato de calcio.

Las fuertes cantidades de flúor que se desprenden durante la digestión de la roca, son recuperadas casi totalmente y el ácido fosfórico obtenido posee un contenido de  $F^-$  tan -- bajo, que puede utilizarse en la fabricación de fosfato di-- cálcico grado animal; aunque el proceso de filtración resulta en la actualidad poco recomendable -- comercialmente hablando -- ya que, aunque no se cuenta con los detalles de ésta fase -- del proceso, sí se sabe que los cristales de sulfato de calcio que se obtienen presentan características que obligan a

la utilización de procesos de filtración muy sofisticados y costosos.

#### 4.- Proceso hemihidratado - dihidratado

En la búsqueda de nuevos procesos que permitieran obtener mayores ventajas sobre los antes descritos, se desarrolló, hacia las décadas de los 50's y 60's, un proceso que combinaba los métodos hemihidratado y dihidratado, formando cristales de sulfato de calcio del primer tipo en la fase de reacción y del segundo tipo en la fase de filtración. El proceso demostró ser mejor a los ya existentes, - ya que se tenía una recuperación mayor de  $P_2O_5$  y una mayor pureza y calidad en el sulfato de calcio que permitía su aprovechamiento posterior.

Sin utilizar las condiciones tan severas que se manejan en el proceso anhidro, se llegan a obtener concentraciones hasta de 55% en el filtro.

La principal desventaja del proceso hemi-dihidratado, radica en que la doble cristalización requiere de equipo adicional que incrementa los costos de inversión.

Se han hecho algunos estudios sobre las velocidades de transformación de los cristales hemihidratados a dihidratados en función de la concentración del ácido fosfórico, temperatura de operación y concentración de sulfatos en el sistema reaccionante, cuya aplicación ha quedado plenamente demostrada en el diseño y operación de plantas nuevas de ácido fosfórico.

En la siguiente figura, se muestra una gráfica con los conceptos y sus relaciones mencionados anteriormente.

fig. 3.4 .

El proceso opera inicialmente a 90 - 100°C durante la formación del sulfato hemihidratado y se enfría entre 50 y 60°C para la recristalización a la forma dihidratada.

Con el objeto de contrarrestar los efectos de algunas impurezas orgánicas contenidas en la roca sobre el creci--

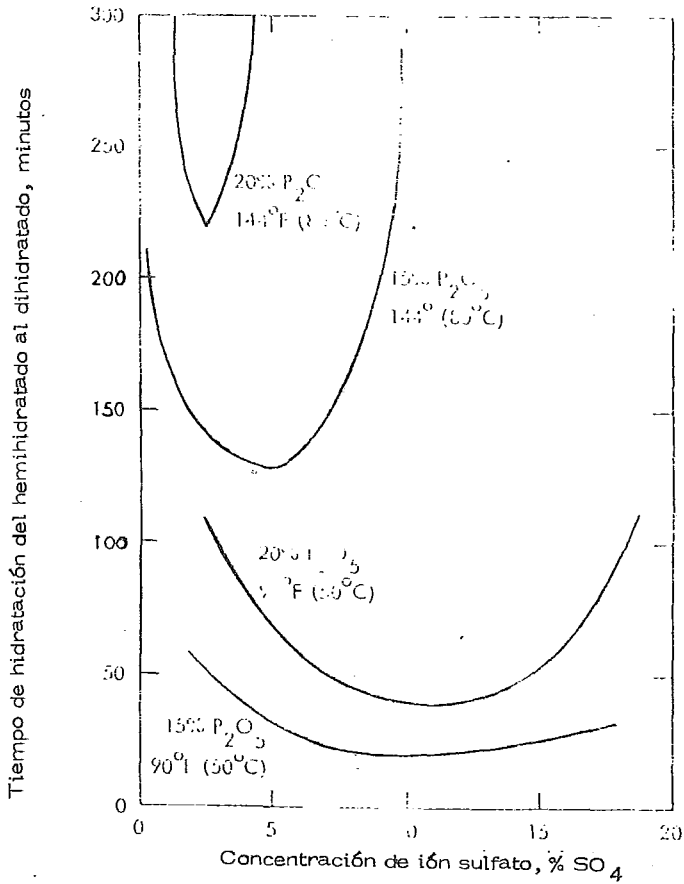


miento de los cristales de sulfato de calcio, se practica - la adición de sílice activa cuya función consiste en adsorber dichas impurezas. Con éste procedimiento, se consigue reducir el tiempo de recristalización en un 50% .

Además, la sílice inhibe al ión  $F^-$  cuyo efecto ya se ha descrito en renglones anteriores. El proceso hemi-dihidratado, permite solamente un contenido de  $P_2O_5$  en los cristales de sulfato de calcio de 0.2 a 0.3% , consecuentemente, una de sus principales ventajas es la alta recuperación de  $P_2O_5$  como  $H_3PO_4$  . .

FIGURA 3.4

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE ACIDO SULFURICO SOBRE EL TIEMPO DE HIDRATACION DEL SISTEMA HEMI-HIDRATADO - DI-HIDRATADO



### 5.- Otros procesos

Algunas compañías como la Dorr Oliver, han desarrollado otros procesos de obtención de ácido fosfórico -- por vía húmeda. Uno de los cuales consiste en recuperar el ácido sulfúrico haciendo reaccionar el sulfato de calcio obtenido del proceso de ácido fosfórico tradicional con carbonato de amonio, que a su vez se hace reaccionar con ácido fluorosilícico liberando el ácido sulfúrico.

Bhona Engineering, ha probado una planta piloto en donde se obtiene ácido fosfórico a partir de roca fosfórica y bisulfato de amonio, de acuerdo a la siguiente reacción :



Otras compañías han probado ácido nítrico y clorhídrico, con la grave desventaja de que las sales de calcio de dichos ácidos son solubles en ácido fosfórico, obligando a procesos de separación por extracción con solventes, cristalizaciones ó intercambio de iones; métodos mucho más costosos que una simple separación sólido-líquido, como lo es el caso de los procesos descritos en párrafos anteriores. En general, las rutas mencionadas resultan poco económicas a nivel industrial.

#### b) Selección del proceso más adecuado.

En la selección de un proceso, resulta impráctico analizar cada alternativa a través de un diseño completo -- para compararlas posteriormente. Se requiere pues, de una serie de parámetros ó estimadores comunes a todas ellas, con los cuales calificarlas y obtener así la más adecuada.

Los elementos de juicio o parámetros de estimación, - pueden dividirse en dos bloques fundamentales:

- elementos tangibles y
- elementos intangibles.

Los primeros, son todos aquellos que pueden traducirse en factores de costo y que por lo tanto son calculables.

Los últimos, son los que dependen de una serie de factores que no se pueden calcular, pero que son fundamentales para la selección del proceso, por ejemplo para el caso específico de confiabilidad del proceso, habría que considerar quién es el proveedor de la tecnología, cuales son sus políticas de transferencia de la misma, etc.,.

En nuestro caso particular y dado que la evaluación de los elementos intangibles no resultaría fácil, por la cantidad y calidad de la información con que contamos, hemos decidido utilizar algunos elementos tangibles, es decir calculables, para seleccionar nuestro proceso; aunque esto no sea lo más recomendable.

Los criterios que utilizaremos para nuestro caso se describen a continuación y se les ha calificado de acuerdo a su importancia en un rango de 1 a 5 .

1. Rendimiento del proceso.- se calificará con 5, dado que dicho parámetro afecta los consumos de materias primas que como sabemos representan normalmente de un 80 a 90% de los costos totales de producción.

2. Costos de inversión para una capacidad dada.- lo calificaremos con 4. Nos interesará fundamentalmente - aquel proceso que involucre una inversión mínima, pensamos sin embargo, que dicho objetivo no es obligatorio pudiéndose aceptar una inversión mayor con tal de contar con una -- tecnología probada, costos de operación reducidos ó algún - otro factor que compense al primero.

3. Costos de operación para la misma capacidad.- calificación de 3. Dado que desconocemos el tiempo de re-

cuperación de la inversión para nuestro proyecto, estaríamos del lado seguro procurando seleccionar un proceso con bajos costos de operación, aunque ésto no es estrictamente necesario.

4. Grado de desarrollo de la tecnología de cada proceso.- se calificará con 5 . La utilización de un proceso que no haya sido plenamente probado a nivel industrial implicaría un riesgo elevado.

Por ello, será conveniente dar preferencia a procesos sobre los cuales se tenga mayor información y posean un alto grado de desarrollo tecnológico.

Para los puntos 2 y 3 se utilizará la tabla 3.1 , la cual está tomada de un estudio del Stanford Research Institute y corresponde a una planta base con capacidad para 1,000 Ton de  $P_2O_5$ /día.

Se consideró como la unidad al proceso dihidratado y se descartó definitivamente al proceso anhidro, debido a sus elevados costos de inversión, mantenimiento e incipiente información sobre su tecnología.

TABLA 3.1

CONCEPTO	DIHIDRATADO	HEMIHIDRATADO	HEMI-DIHD.
(POR TON $P_2O_5$ )			
COSTOS DE INVERSION	1	0.932	1.017
COSTOS DE OPERACION	1	0.984	0.974
RENDIMIENTO	1	0.976	1.023

Por medio de un análisis ponderado seleccionaremos el proceso más adecuado. En la tabla 3.2 se presentan los valores asignados a cada proceso en una escala de 1 a 5 y de acuerdo al grado en que cumplen con cada uno de los parámetros citados al principio de la sección.

Ciertamente, los procesos dihidratado y hemi-dihidrata- do obtuvieron calificaciones muy cercanas, pero la cantidad de información disponible nos hizo decidirnos por el primero de ellos.

Además, como se verá más adelante, el ácido utilizado en el proceso de fabricación del F.D.D. debe tener una con- centración en  $P_2O_5$  de aproximadamente 33%, la cual se obtie- ne directamente del proceso dihidratado.

TABLA 3.2

PARAMETRO	CALIF.	P.I	C.P.	P.II.	C.P.	P.III.	C.P.
1	5	4	20	3	15	5	25
2	4	4	16	5	20	3	12
3	3	4	12	4	12	5	15
4	5	5	25	3	15	4	20
TOTALES PONDERADOS			73		62		72

Nomenclatura:

PARAMETRO .- los descritos al inicio de la sección: rendimiento, costos de inversión, costos de operación y de sarrollo tecnológico respectivamente.

CALIF. .- la calificación asignada a cada uno de éstos parámetros.

P.I. .- proceso dihidratado.

P.II. .- proceso hemihidratado.

P.III. .- proceso hemihidratado-dihidratado.

C.P. .- calificación ponderada = producto de CALIF. y el valor asumido en cada columna de P.I. , P.II. , P.III.

CAPITULO V

PLANTA DE ACIDO FOSFORICO

a) Bases de diseño.

**Capacidad.-** La planta de ácido fosfórico deberá satisfacer la demanda para la producción del F.D.D. En el estudio de mercado se fijó para este material una capacidad de 9,000 ton/año. De acuerdo a la tabla de factores - que se presenta al final de la sección, la capacidad de la planta de ácido fosfórico deberá ser de 3,800 ton  $P_2O_5$ /año.

**Operación.-** Continúa, la planta operará 330 -- días/año, 24 hr/día y 3 turnos/día.

**Rendimiento.-** 98%.

**Localización.-** Pensamos que tres factores importantes para fijar la localización de la planta son:

- 1) La distribución del mercado del F.D.D.;
- 2) la disponibilidad de las materias primas, tanto para producir el ácido fosfórico cuanto para el F.D.D. y
- 3) la infraestructura con que se cuente en un lugar determinado.

Dado que el objetivo de este estudio no es el de seleccionar la localización óptima de la planta y considerando la información disponible, supondremos que la planta es tará localizada en el Estado de México.

**Inventarios de materias primas.-**

**Roca fosfórica:** Por la localización del yacimiento - supondremos que pudieran presentarse deficiencias en el su ministro, por lo tanto fijaremos 5 días de operación, 210 ton de roca.

**Acido sulfúrico:** Dado que se trata de un producto de mayor disponibilidad, estimamos que 3 días de operación se rían suficientes, 83 ton de ácido sulfúrico 98%.

**Hidróxido de calcio:** Aunque esta materia prima parte nece al proceso de F.D.D., fijaremos de antemano el inven-



torio en 5 días de operación, 60 ton de  $\text{Ca(OH)}_2$  al 100%.

**Acido fosfórico:** Para la operación de la planta de F.D.D. se fijará un inventario de 3 días de operación, -- 105 ton de ácido fosfórico 45% .

**Recepción de materias primas.--**

MATERIAL	MEDIO DE TRANSPORTE	FRECUENCIA (veces/mes)	TIEMPO DE DESCARGA (hr/embarque)
Roca	Tolvas de FFCC de 60 toneladas	20	6.5
Acido Sulfúrico 98%	Pipas de 40 toneladas	20	2.0
Hidróxido de Calcio 100 %	Tolvas de FFCC de 60 toneladas	6	3.5

**Presentación del producto.--** Bolsas de 50 Kg con 4 capas de papel, dos de ellas con recubrimiento de polietileno para evitar la entrada y salida de humedad.

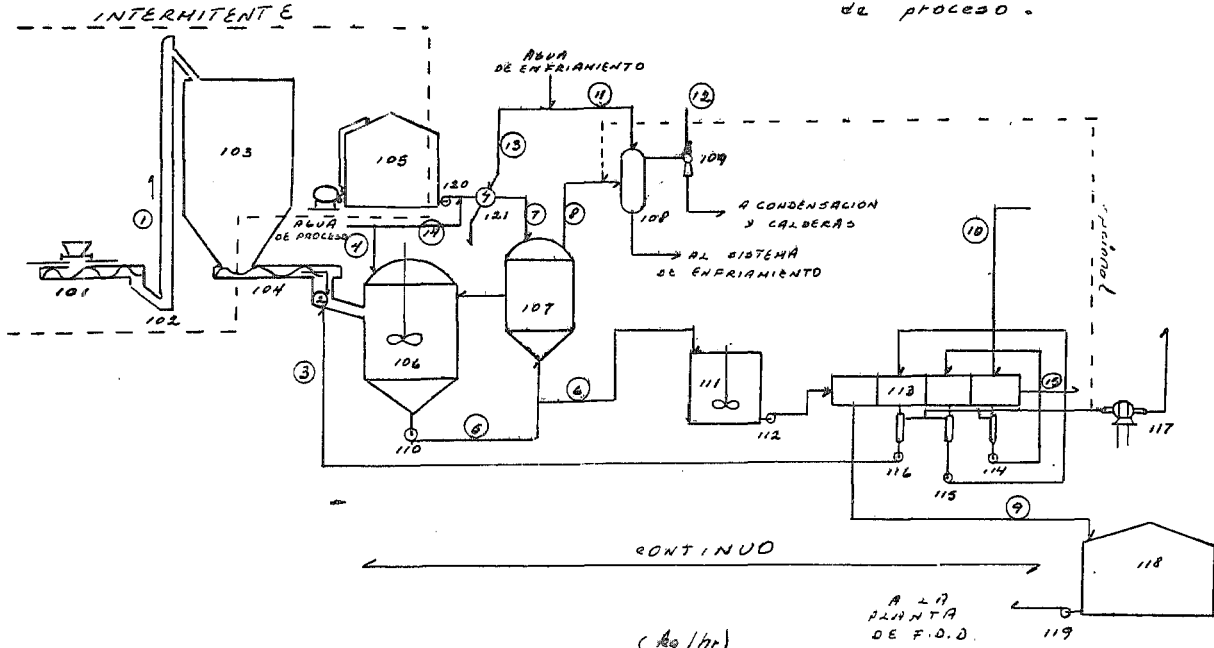
**Disposición del sulfato de calcio.--** Dado que el material que se obtiene como subproducto, no posee la calidad adecuada para su aplicación en la industria de la construcción, por su alto contenido de impurezas, consideraremos que la torta de sulfato de calcio se transportará a unos 20 km de la planta, donde se depositará en una zona de minas exhaustas.

Por lo anterior, la disposición de este material se considerará como un gasto de desecho que entrará en los -- costos de producción.

TABLA DE FACTORES DE CONSUMOS DE MATERIAS  
PRIMAS INCLUYENDO RENDIMIENTO  
DE LOS PROCESOS

MATERIAL	CONSUMO (Ton/Ton de $P_2O_5$ )
Roca 28% $P_2O_5$ , 61.12 BPL	3.64
$H_2SO_4$ 98%	2.41
	CONSUMO (Ton/Ton de F.D.D.)
$Ca(OH)_2$ al 100%	0.4389
$H_3PO_4$ (como $P_2O_5$ )	0.4211

6) Diagrama de flujo de proceso.



COMPONENTE	1	2	3	4	5 (F. 10°)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
F2O5	4200	487	535		56	1015			478						
CL2O	6400	749													
H2O			2463	3495	104	1880	556	4758	956	1879	40000	45	3083	536	340
CaSO4 2H2O					106	1930						VAPOR			1930
H2SO4							1296					150 #			
INDOR 295	4350	505				505									505
TOTAL	15000	1741	2998	3495	266	5328	1852	4758	1434	1879	40000	45	3083	536	2775

c) Lista de Equipos.

No.	NOMBRE
101	Gusano para descarga de roca.
102	Elevador de roca.
103	Silo de almacenamiento de roca.
104	Gusano alimentador de roca al disolvedor.
105	Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico.
106	Disolvedor de roca.
106-A	Agitador del disolvedor de roca.
107	Reactor.
108	Condensador barométrico.
109	Eyector.
110	Bomba de recirculación de slurry.
111	Tanque de alimentación al filtro.
111-A	Agitador del tanque de alimentación al filtro.
112	Bomba de alimentación al filtro.
113	Filtro.
114	Bomba de recirculación de ácido diluido, etapas 4 - 3.
115	Bomba de recirculación de ácido diluido, etapas 3 - 2.
116	Bomba de recirculación de ácido al disolvedor.
117	Bomba de vacío (tentativa)
118	Tanque de almacenamiento de ácido fosfórico.
119	Bomba de alimentación de ácido fosfórico.
120	Bomba de ácido sulfúrico.
121	Cambiador de calor de ácido sulfúrico.

d) Características resumidas de los equipos de proceso.

La determinación de las características principales de los equipos de proceso, constituye una fase imprescindible en el desarrollo del estudio de un proyecto industrial.

La Ingeniería Básica nos permite calcular estas características, auxiliándonos de los balances de materia y energía y de alguna distribución tentativa del equipo. El conocimiento posterior de las características específicas del terreno y la zona donde quedará ubicado, generará la conformación definitiva de la planta o Layout, que no se considera como objetivo del presente trabajo.

De los equipos que representamos en el diagrama de flujo de proceso podríamos hacer una clasificación en dos grupos principales:

1) equipos de tipo común o repetitivos, tales como tanques y silos, transportadores, bombas y agitadores;

2) equipos que por su importancia podríamos considerar como claves o críticos, en este caso, el disolvedor de roca, el reactor, el enfriador de ácido diluido, el eyector y condensador barométrico y el filtro de sulfato de calcio.

Con el fin de ilustrar el procedimiento para cada tipo de equipo del primer grupo mencionado, presentaremos a continuación un ejemplo correspondiente a cada caso particular. Con esto podremos elaborar una tabla de características específicas para cada tipo de unidad, haciendo la aclaración con toda oportunidad, que la Ingeniería de detalle no forma parte de nuestros objetivos y que por lo tanto se calcularán exclusivamente las características resumidas de los equipos.

En el caso de los equipos especiales, hemos desarrollado en algunos casos el cálculo detallado del equipo, pero-

en la gran mayoría, el ataque profundo del diseño de la unidad implicaría -pensamos nosotros- una inversión de tiempo y papel considerable y por lo tanto preferimos utilizar información publicada en diferentes fuentes específicas -- que consideramos suficientes para los objetivos que persigue esta tesis.

## I.O RECIPIENTES.

Para el cálculo de la capacidad de estos equipos, deben considerarse los siguientes aspectos: tiempo de retención del material manejado, condiciones de operación y, para estimación de costo, el material de construcción.

El tiempo de retención o de almacenamiento influirá en el tamaño del recipiente y por lo tanto en el costo. Es muy importante definir el tiempo de retención mínimo necesario para que el equipo sea más pequeño y por lo tanto su costo sea menor.

Para todo recipiente de proceso, es de vital importancia conocer las condiciones de operación (presión y temperatura) a las que va a trabajar el equipo. Obviamente, un equipo que trabaje sujeto a presión requerirá de un espesor de placa mayor que uno que trabaje a presión atmosférica, y por lo tanto, el costo del primero será mayor.

Otra variable que afecta el costo de un equipo es el material de construcción, éste será seleccionado de acuerdo a las características del producto que se va a manejar y deberá tomarse en cuenta la corrosión que éste ocasiona sobre diferentes clases de materiales.

Generalmente, se conoce la capacidad de almacenamiento en unidades de peso de acuerdo a las bases de diseño es

tablecidas. Con esta capacidad y con la densidad de material, obtenemos la capacidad volumétrica del recipiente o tanque de almacenamiento, incluyendo una tolerancia de 20% arriba de la capacidad mínima.

Otro factor importante en el dimensionamiento de un recipiente es la relación L/D (longitud/diámetro), y debe ser tal que el área total del equipo (desarrollo del equipo) sea la menor y por lo tanto consuma menos material en su fabricación.

Si el recipiente maneja una corriente que tiene sólidos en suspensión, deberá tener en su parte inferior una sección cónica con un ángulo de inclinación por lo menos igual al ángulo de reposo del material sedimentado, para que éste escurra por las paredes. Si se trata de un silo de almacenamiento, deberá tener igualmente una sección cónica que permita el flujo de material.

Para ejemplificar el método de cálculo de estos equipos se desarrollará a continuación el dimensionamiento del tanque de alimentación al filtro.

#### BASES.

El tiempo de retención de este recipiente, se ha estimado en una hora.

El material manejado será una suspensión de ácido fosfórico con 40% de sulfato de calcio y una densidad de 1.24 Kg/l .

De acuerdo al balance de materias y corrientes manejadas, se tiene lo siguiente (ver diagrama de flujo de la sección de "planta de ácido fosfórico".)

corriente 6 = 5.328 Ton/hr de suspensión.

5.328 X 1.0 = 5.328 Ton

Volúmen:

$$V = \frac{5.328}{1.2425 \text{ Kg/l} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 4.28 \text{ m}^3$$

Este volúmen se ha considerado como el 80% del volúmen total del recipiente, por lo tanto:

$$V_{\text{tot}} = 4.28 \text{ m}^3 / 0.80 = 5.36 \text{ m}^3$$

Material de construcción: fibra de vidrio.

Condiciones de operación: presión atmosférica  
temperatura 50 °C.

Sección cónica.- según pruebas realizadas en laboratorio, se encontró que el ángulo de reposo del sulfato de calcio es de 38°.

Para el cálculo de la relación L/D de la sección recta se obtendrán las derivadas parciales del área con respecto a D y L y se igualarán.

$$\text{Area: } A = \text{Pi} \times D \times L$$

$$(dA/dL)_D = \text{Pi} \times D = 0$$

$$(dA/dD)_L = \text{Pi} \times L = 0$$

por lo tanto

$$\text{Pi} \times D = L \times \text{Pi} \quad L = D$$

$$V = \frac{\text{Pi} D^2 \times L}{4} = \text{Pi} \times D^3 / 4$$

$$D = L = 1.865$$

Resumen:

No. item :	111.
Material almacenado:	slurry $\text{H}_3\text{PO}_4$ / 40% $\text{CaSO}_4$
Densidad del material:	1.2425 kg/l
Concentración:	21% $\text{P}_2\text{O}_5$ , 40% $\text{CaSO}_4$
Capacidad total:	5.36 $\text{m}^3$
Volumen de trabajo:	4.28 $\text{m}^3$
Presión de trabajo:	atmosférica.
Temperatura de trabajo:	50 °C.
Equipos adicionales:	Agitador de SS-316, 30HP, 155 rpm.
Material de construcción:	fibra de vidrio.



TABLA DE RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO Y DE PROCESO

No. item	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL QUE ALMACENA			CAPACIDAD m <sup>3</sup>	P, atm T, °C	FORMA O CARAC- TERISTICA ESPEC.	DIMENSION DIAM, ALT.	MATERIAL DE CONSTRUCCION
	NOMBRE	DENSIDAD kg/l	CONCENTRACION					
111	SLURRY	1.2425	40 %	5.3	1, 50	CON AGITADOR DE 30HP, 125 rpm	1.86, 1.86	FIBRA DE VIDRIO
106	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ROCA FOSF.	1.242	40%	13.73	0, 75	CON AGITADOR DE 50HP, 84 rpm	2.5, 2.5	ACERO INOX. 316
107	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ROCA FOSF.	1.242	40%	9.15	4, 75	NINGUNA	2.26, 2.26	ACERO INOX. 316
105	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.860	98%	53.54	1, 25	NINGUNA	4.10, 4.10	ACERO AL CARBON
118	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.293	32%	97.44	1, 25	NINGUNA	4.92, 4.92	FIBRA DE VIDRIO
103	ROCA FOSF.	1.282	100%	196.40	1, 25	NINGUNA	6.3, 6.3	ACERO AL CARBON

\* Recubierto de ladrillo antiácido ( 6" espesor ) y hule butilo ( 1/2" espesor )

## 2.0 BOMBAS.

Para el cálculo de estos equipos, es necesario contar con el balance de materias, conocer las condiciones de operación de los equipos y por último contar por lo menos con un diagrama de localización tentativa del equipo, así como un diagrama de elevación. Este último punto es muy importante, ya que las distancias entre los equipos, las diferencias de nivel y las caídas de presión, que ocasionan los accesorios (codos, tees, reducciones) y válvulas, deben conocerse para poder calcular una bomba.

Para el cálculo de la potencia de una bomba se puede usar la siguiente fórmula:

$$\text{bHP} = \frac{Q \times H \times \text{Dens.}}{3960 \times \text{nu}}$$

donde:

- Q - gasto en GPM .
- H - cabeza total en pies.
- Dens - densidad del fluido.
- nu - eficiencia mecánica.

Conociendo el gasto másico que va a manejar el equipo (balance de materia) y la densidad del fluido, podemos conocer el gasto en GPM .

Para el cálculo de la cabeza total H, es necesario tomar en cuenta las caídas de presión (distancias, accesorios y válvulas) y cambios de presión hidrostática (cambios de elevación).

El cálculo de las bombas se hizo tomando las distancias y cambios de elevación estimados de acuerdo a un diagrama de localización de equipo propuesto por nosotros.

Finalmente, se selecciona el material de construcción del impulsor y de la carcasa en base a las propiedades del producto que se va a manejar.

Ejemplificaremos el método de cálculo seguido para la bomba de recirculación de ácido, ítem 116.

De la tabla del balance de materias de la planta de ácido fosfórico, la corriente 3 maneja:

2998 kg/hr de ácido fosfórico con una densi  
dad de 1.144 kg/l

Gasto:

$$Q = \frac{2998 \text{ Kg/l}}{1.144 \text{ Kg/l} \times 3.785 \text{ l/gal}} = 11.53 \text{ GPM}$$

De acuerdo a nuestro diagrama de situación tentativa del equipo, la distancia del filtro al disolvedor de roca incluyendo longitud equivalente es de 20 m (65 ft) y una diferencia de nivel de 3 m (10 ft) a la descarga.

Si calculamos la caída de presión a lo largo de la tubería y sumamos la columna hidrostática por la diferencia de alturas, obtendremos la cabeza total de descarga de la bomba:

Caída de presión = 14 ft  
Columna hidrost. = 10 ft  
total = 24 ft

La H que seleccionamos es de : 30 ft

Ya que la bomba manejará ácido fosfórico, el material de la carcasa y del impulsor escogido fue de acero inoxidable tipo 316.

$$\text{bHP} = \frac{11.53 \times 30 \times 1.144}{3960 \times 0.8} = 0.25$$

TABLA DE BOMBAS.

No. item	MATERIAL A MANEJAR				CAPACIDAD GPM	CABEZA TOTAL ft	POTENCIA bHP	MATERIAL DE CONSTRUCCION		MOTOR
	NOMBRE	DENSIDAD kg/l	T, °C	CONC. %				CARCAZA	PARTES MOJADAS	
110	SLURRY DE ROCA	1.2425	75	40	944	68	25	ALLOY 20	ALLOY 20 CON RECUBRIMIENTO	TCCV
112	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> CaSO <sub>4</sub>	1.2425	50	40	18.88	30	0.5	ACERO INOX. 316	ACERO INOX. 316	TCCV
114	AGUA	1.0	25	100	6.44	30	0.3	ACERO CARBON	ACERO AL CARBON	TCCV
115	AGUA	1.0	25	100	6.44	30	0.3	ACERO CARBON	ACERO AL CARBON	TCCV
116	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.144	25	28	11.5	30	0.25	ACERO INOX. 316	ACERO INOX. 316	TCCV
119	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.293	25	32	4.88	70	0.3	ACERO INOX. 316	ACERO INOX. 316	TCCV
120	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.86	25	98	3.06	50	0.3	FIERRO COLADO	FIERRO COLADO	TCCV

### 3.0 SELECCION Y CALCULO DE EQUIPOS DE TRANSPORTE MECANICO

#### 3.1 GUSANOS.

De los equipos de este tipo que manejaremos en nuestra planta, podemos definir dos grupos diferentes; cuyas descripciones damos a continuación:

A) Alimentadores.- Su objetivo es regular el volumen de material alimentado proveniente de algún recipiente o silo de almacenamiento. Su longitud está limitada a un máximo de 3 mts. y el área de paso es constante a lo largo de todo el gusano.

B) Transportadores.- Su objetivo es únicamente transportar un material sin necesidad de controlarlo.

El primer grupo de gusanos opera normalmente a un 95 ó 100% de su capacidad total de carga en area seccional; mientras que los segundos, están limitados a un 45 ó 60% de su carga en area seccional del gusano.

Para la selección y cálculo de un gusano, ya sea transportador o alimentador, se requiere de la siguiente información:

- a) Características del material que se va a manejar.
- b) Temperatura de operación.
- c) Material de construcción requerido.
- d) Tipo de gusano.
- e) Cantidad de material a manejar.
- f) Densidad del material.
- g) Bosquejo de la situación del equipo, situación aproximada de la alimentación y descarga, etc.

#### Ejemplo:

Seleccionar y calcular un gusano, cuya función será descargar tolvas de ferrocarril hacia un elevador de cangilones.

Las características del material son: polvo, que fluye libremente conteniendo alguna cantidad de terrones no

mayores a 1/4" y es sumamente abrasivo.

El sistema requiere diseñarse para que su limpieza sea sencilla y puede construirse en acero al carbón.

El flujo de material será de 15,000 Kg/hr y tiene una densidad de 1.2826 Kg/lt.

El gusano se alimentará de tolvas de ferrocarril que descargarán a través de una abertura de 0.5 m de ancho por 1.5 m de largo. El gusano descargará a la bota de un elevador, situado a 3.5 m del extremo próximo de la abertura de alimentación, por lo tanto su longitud total será de 5 mts.

Cálculos:

1.- Como regla general de diseño se recomienda operar los gusanos a un 35 ó 40% de su capacidad de carga y a una velocidad entre 25 y 40 r.p.m.

2.- Con las características del material, se determina de la tabla No. 1 la clase del mismo, formando el código de letras y números.

3.- En la tabla dos se localiza el diámetro del gusano, que para nuestro caso resultó ser de 30.48 cm. La velocidad máxima recomendada es de 30 r.p.m.

4.- El tubo sobre el cual se montan los alabes del gusano tiene un diámetro de 0.25 veces el diámetro del gusano, así que para nuestro caso el diámetro del tubo es de 7.62 cm.

5.- La capacidad en m<sup>3</sup> por r.p.m. se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{\text{r.p.m.}} = \frac{0.7854 (D_g - D_t) PK60}{10^6}$$

donde:

D<sub>g</sub> - diámetro del gusano (cm)

D<sub>t</sub> - diámetro del tubo (cm)

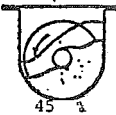
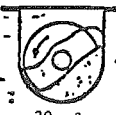



P - paso del gusano (cm) (escogemos un diámetro de gusano).

K - % de carga.

Tabla 1. DESCRIPCION DEL MATERIAL.

TAMARO	Características del material:		Fluidos: Regular-ángulo entre 30° y 45° Bajo-ángulo de rep. sup. 45° No abrasivo Mediamente abrasivo Muy abrasivo
	Muy fino- hasta malla 100	A	
	Fino- hasta malla 1/8"	B	
	Granular- hasta malla 1/2" Grueso- terrones sobre 1/3"	C	

Tabla 2. CAPACIDADES Y VELOCIDADES DE CHISANOS HORIZONTALES.

Clase de Material	Diámetro (in)	Tamaño máximo de part.	Velocidad recomend. RPM	Capacidad a vel. rec. a 1 RPM	Capacida.	Carga seccional
				pies cúbicos/hr		
A16, B16, C16	6	3/4	45		2.27	
	9	1 1/4	45		8.0	
	12	2	45		19.3	
	14	2 1/2	45		30.8	
	16	3	45		46.6	
	18	3	45		66.1	
	20	3 1/2	45		95.0	
24	4 1/2	45		167.0		
A26, A36, B26, B36, C26, C36	6	3/4	45		1.5	
	9	1 1/4	45		5.6	
	12	2	45		13.3	
	14	2 1/2	45		21.1	
	16	3	45		31.4	
	18	3	45		45.4	
	20	3 1/2	45		67.1	
24	4 1/2	45		109.2		
A17, A27, A37, B17, B27, B37, C17, C27, C37, O17, O27, O37, H17, H27, H37	6	3/4	30		1.5	
	9	1 1/4	30		5.6	
	12	2	30		13.3	
	14	2 1/2	30		21.1	
	16	3	30		31.4	
	18	3	30		45.4	
	20	3 1/2	30		67.1	
24	4 1/2	30		109.2		
A18, A28, A38, B18, B28, B38, C18, C28, C38, O18, O28, O38, H18, H28, H38	6	3/4	30		7.3	
	9	1 1/4	30		2.8	
	12	2	30		6.7	
	14	2 1/2	30		10.5	
	16	3	30		15.7	
	18	3	30		22.7	
	20	3 1/2	30		31.1	
24	4 1/2	30		54.6		
TODOS	6	3/4	30		4.75	
	9	3/4	30		16.8	
	10	7/8	30		23.8	
	12	1	30		40.8	
	14	1 1/4	30		65.2	
	16	1 1/2	30		95.0	
	18	1 3/4	30		141.0	
	20	2	30		201.0	
24	3	30		354.0		

Sustituyendo en la ecuación I obtenemos :

$$0.4378 \text{ m}^3/\text{r.p.m.}$$

6.- Con esta información, se calculan las r.p.m. reales dividiendo la capacidad requerida en  $\text{m}^3$  por la capacidad por r.p.m.

$$H = \frac{\text{capacidad (m}^3\text{)}}{\text{capacidad a 1 r.p.m.}} = \frac{11.69 \text{ m}^3}{0.4378 \frac{\text{m}^3}{\text{rpm}}} = 26.7 \text{ r.p.m.}$$

7.- La potencia total requerida por el equipo es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción de --- transporte (HPf) y la potencia para transportar el material (HPm), multiplicada por un factor de carga y dividida por --- la eficiencia total. Una regla general de diseño es la de utilizar una potencia mínima de 2 HP, aún cuando el calculado sea menor a este valor:

Las ecuaciones para calcular los parámetros anteriores son:

$$\text{HPf} = \frac{L N F_d F_b \times 7.233}{10^6} \quad \text{II}$$

$$\text{HPm} = \frac{C L W F_f F_m F_p \times 7.233}{10^6} \quad \text{III}$$

$$\text{HPt} = \frac{(\text{HPf} + \text{HPm}) F_o}{e} \quad \text{IV}$$



donde:

- L - longitud del gusano (m)
- N - velocidad (r.p.m.)
- Fd - factor de diámetro de gusano (función del peso por unidad de longitud de partes rotantes, se lee en tablas y para nuestro caso vale 55)
- Fb - factor de rodamientos (función de la fricción en los rodamientos. Se lee en tablas y para nuestro caso vale 1.7)
- C - capacidad ( $m^3/hr$ )
- W - densidad aparente del material ( $Kg/m^3$ )
- Ff - factor de alabe (función del tipo de alabe. - En este caso consideraremos el estandar :  
 $Ff = 1.0$  )
- Fm - factor de material (se lee en tablas y para nuestro caso es 2.0)
- Fp - factor por dispositivos adicionales (que no los tenemos y por lo tanto es 1.0)
- Fo - factor de carga (normalmente 1.5 para el rango de 2 a 5 HP)
- e - normalmente 85%

Sustituyendo en las ecuaciones II, III y IV encontramos:

$$HP_f = 0.09 ; \quad HP_m = 0.9475 ; \quad HP_t = 1.83$$

Siguiendo el criterio general de diseño, la potencia requerida por el equipo será de:

2.0 H.P.

### 3.2 ELEVADORES.

Existen, dentro de este grupo de equipos, dos clases principales cuya selección depende del tipo de material - que se vaya a manejar. Estas clases de elevadores son:

a) **Centrífugos.**- Utilizados en la gran mayoría de las instalaciones por su versatilidad. Están diseñados para acarrear materiales que fluyan libremente, con terrones hasta de 2". Los cangilones se cargan excavando el material que se acumula en la bota o parte inferior del elevador o por alimentación directa. El material se descarga por la acción centrífuga de los cangilones al pasar por la catarina superior a una velocidad relativamente alta. Puede operar a temperaturas hasta de 200 °C.

b) **Continuos.**- Utilizados principalmente, para manejar materiales abrasivos que contengan terrones hasta de 4" y están diseñados con una pierna de alimentación para cargar los cangilones directamente. La velocidad a la que opera es inferior a la del tipo centrífugo y el material fluye a través de un ducto de descarga aprovechando la parte posterior del cangilón que precede al que se descarga.

La selección y cálculo de un elevador de cualquiera de los tipos mencionados requiere la utilización de diversas tablas que se reproducen más adelante. El diseño supone el conocimiento de la localización aproximada del equipo y desde luego de la altura a la que se requiere elevar el material. El siguiente ejemplo presenta el método utilizado:

Seleccionar y calcular un elevador de cangilones para manejar roca fosfórica molida. El elevador se alimentará de un gusano transportador y descargará en la parte superior de un silo de almacenamiento, cuya altura es 15 m.



TABLA No. 1 ESPECIFICACIONES PARA ELEVADORES CENTRIFUGOS

TIPO	CAPACIDAD (ton/hr)			DIMENSIONES DEL CUERPO (cm)	DIMENSIONES DE LOS CANGIL.(cm)	CADENA		DIAM. CATARINA (cm)		DIAM. FLECHAS (cm)	
	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )					No.	VEL.(m/min)	INF.	SUP.	INF.	SUP.
	560	800	1200								
C102	5.7	8.2	12.3	34.92 x 99	15.24 x 10.16	C188	79.85	59.18	38.15	6.19	3.65
C104	9.5	13.5	20.2	34.9 x 99.0	20.32 x 12.7	C1028	70.104	52.07	32.86	6.19	3.65
C105	9.5	13.5	20.2	34.9 x 99.0	20.32 x 12.7	SS1028	70.104	52.07	32.86	6.19	3.65
C111	18.3	26.2	39.3	40.0 x 122	25.4 x 15.24	SS1028	79.24	61.72	52.17	7.46	4.92
C116	18.3	26.2	39.3	40.0 x 122	25.4 x 15.24	C1028	79.24	61.72	52.17	7.46	4.92
C119	29.2	41.7	62.5	40.0 x 122	30.4 x 17.7	C1028	79.24	61.72	45.66	7.46	4.92
C135	29.2	41.7	62.5	40.0 x 122	30.4 x 17.7	SS1028	79.24	61.72	45.66	7.46	4.92

TABLA No. 2 DISTANCIAS ENTRE CENTROS, POTENCIA Y VELOCIDAD

DIMENSIONES DEL CUERPO	J	Y	M	L	POTENCIA (HP)	VELOCIDAD (rpm)
34.92 x 99.0	73.66	6.82	55.88	52.07	3.0	43
40.0 x 122	84.45	8.25	71.12	68.58	7.5	41

EQUIPO DE TRANSPORTE MECANICO

GUSANOS

No. item	MATERIAL MANEJADO		CAPACIDAD		LONGITUD (m)	DIAMETRO (cm)	VELOCIDAD (rpm)	POTENCIA (HP)	MAT. DE CONSTRUC.	
	NOMBRE	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	kg/hr	m <sup>3</sup> /hr					CUERPO	ALABES TUBO
101 *	ROCA FOSFORICA	1282.6	15000	11.69	5	30.48	26.7	2.0	ACERO CARBON	ACERO INOX.
104 *	ROCA FOSFORICA	1282.6	2000	1.55	3	15.24	12.0	2.0	ACERO CARBON	ACERO INOX.

\* Ambos provistos con reductores de velocidad y el 104 con motovariador para controlar la alimentación al disolvedor.

ELEVADORES

No. item	MATERIAL MANEJADO		TIPO	CAPACIDAD		DISTANCIA ENTRE CENTROS	DIMENSION CUERPO (cm)	DIMENSION CANGILON (cm)	No. CADENA	VEL. (rpm)	POTENCIA (HP)
	NOMBRE	DENSIDAD kg/m <sup>3</sup>		kg/hr	m <sup>3</sup> /hr						
102	ROCA FOSFOR.	1282.6	CENTRI- FUGO C104	18000	14.0	15.84	34.9 x 99	20.32 x 12.7	C102 8	43	3.0

Provisto con reductor de velocidad.

#### 4.0 SELECCION Y CALCULO DE AGITADORES PARA SUSPENSION DE SOLIDOS.

Se considera que las dos características principales de un agitador son: la potencia que desarrolla para la agitación y la velocidad de la flecha.

La dificultad y grado de un problema de suspensión de sólidos depende fundamentalmente de dos variables:

1) el volumen equivalente que se requiere agitar y 2) la velocidad de asentamiento de los sólidos. El volumen equivalente se define como el producto de la capacidad del recipiente (capacidad de trabajo) por la gravedad específica del material que contiene. La velocidad de asentamiento es función del tamaño de partícula del sólido y de la diferencia de densidades entre la fase sólida, líquida, tal y como se muestra en la figura 4.1 .

Para la determinación de la potencia y la velocidad de agitación recurriremos, para fines prácticos, a las tablas 4.2 y 4.3, que nos presentan diferentes relaciones de velocidad de agitación a potencia para distintos niveles de agitación y volúmenes equivalentes, entendiéndose como nivel de agitación al grado o medida en que se desea que los sólidos sean suspendidos en la fase líquida.

El mínimo nivel de agitación se califica entre 1 y 2 y corresponde al sistema de agitación que provoca la mínima suspensión de los sólidos, mientras que el máximo nivel de agitación corresponde al sistema que permite la total suspensión de la fase sólida y se califica de 9 a 10. Este último será nuestro caso general.

Con el objeto de restringir un poco la selección del sistema de agitación, recurriremos a una serie de recomendaciones básicas de diseño que consisten fundamentalmente en la restricción de la relación Z/T (altura del líquido en el recipiente a diámetro del tanque) y la relación --

D/T (diámetro de la propela a diámetro del tanque).

Para la primera restricción, utilizaremos la tabla - 4.1 que reproducimos más adelante, para el caso de la segunda, la recomendación de que para casos de suspensión - de sólidos, el diámetro de la propela es 0.5 veces el diámetro del tanque (ref. No. 19).

El siguiente ejemplo ilustra la metodología para la selección de un sistema de agitación utilizando la información que hemos descrito.

Cabe aclarar, que dado que desconocemos en todos los casos las velocidades de asentamiento de las fases sólidas, hemos supuesto la condición límite de una alta velocidad y por lo tanto haremos uso de la tabla 4.3 .

Seleccionar el sistema de agitación adecuado para un recipiente que manejará una suspensión compuesta por ácido fosfórico diluido y sulfato de calcio como fase sólida, - correspondiente a una concentración en sólidos de 45% en peso. El volumen de trabajo es de  $4.25 \text{ m}^3$  (1122 Gal), la altura del líquido es de 1.55 m y el diámetro del tanque - es de 1.865 m. La densidad del material es de 1.2425 Kg/l.

Volúmen equivalente = 1122 Gal x 1.2425 = 1400 Gal.

Nivel de agitación deseado : 10

Combinaciones de potencia y velocidad de agitación: - entrando con el volúmen equivalente y el nivel de agitación en la tabla 4.3 :

Alternativa	Relación P/RPM	Diám. de la Propela. (m)
1	30/155	0.91
2	30/100	1.19
3	25/125	1.00
4	20/100	1.10

La relación Z/T es :  $1.55/1.865 = 0.83$  ; en la tabla 4.1 , corresponde a un impulsor colocado a una altura de - 0.38 m del fondo.

Con la siguiente ecuación calculamos el diámetro de la propela para cada alternativa, que ya se incluyó en la tabla anterior:

$$D = 394 \frac{P}{n N^3 (Sg) \text{ sol.}}$$

Siguiendo nuestra norma de diseño, que:

$$D = 0.5 T$$

$$T = 0.93 \text{ m ;}$$

encontramos que la alternativa más adecuada es la -- número 1, por lo tanto un agitador de 30 HP a una velocidad de 155 RPM es el seleccionado para nuestro problema.

TABLA 4.1

Núm. de impulsores	Distancia al fondo	Relación Z/T máx.
1	Z/4	1.2
2	T/4	1.8

C.4 TABLA DE AGITADORES

No. de ITEM	No. de impulsores	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Diámetro (m)
106 - A	1	50	84	1.12
111 - A	1	30	155	0.91



TABLA 4.2

Potencia y velocidad de la flecha (hp/rpm) para suspensión de sólidos (Ud=10 ft/min)

escala de agitación	Volumen equivalente (galones)							
	500	1,000	2,000	5,000	15,000	30,000	75,000	150,000
1	1/350	1/190	2/100	5/125	10/100	20/100	50/100	60/84
			1/100	3/84	7.5/68	15/68	40/45	50/56
				3/68	6/45	10/45	40/56	40/56
				2/45	3/37	7.5/37	20/37	30/37
2	1/230	1/100	2/125	7.5/125	20/100	40/84	100/100	125/68
			1.5/84	5/100	15/68	30/68	75/68	100/56
				5/84	10/45	25/56	60/58	75/45
				3/56	7.5/37	20/37	60/45	75/37
3	1/190	2/180	2/84	3/37	25/100	60/125	100/68	75/30
			1.5/56		20/68	50/100	100/56	80/20
					15/56	50/84	75/45	
					10/37	30/45	60/30	
4	1/155	2/155	5/155	7.5/84	30/100	60/84	150/84	200/68
				5/56	25/84	50/68	125/68	150/56
					15/45	40/56	75/37	125/45
						30/37		100/30
6	1/125	1.5/84	3/84	15/155	40/100	75/100	75/30	300/100
			2/125	10/100	60/68	60/20	260/84	
				7.5/68	50/56		180/45	
				5/45	30/30		125/37	
6	1/100	2/100	5/125	10/84	40/84	75/68	250/84	300/68
			1.5/68	3/68	30/68	60/56	200/68	250/56
				3/56	25/56	50/45	160/45	200/45
				2/45	20/37	40/37	125/37	150/37
7	2/190	2/84	7.5/166	15/84	60/125	100/68	350/84	200/30
			1.5/68	7.5/125	10/56	50/100	200/45	160/30
				5/84	7.5/45	40/56	160/37	160/25
					7.5/37	30/45	100/20	
8	1.5/84	3/84	7.5/84	25/125	75/100	125/68	300/68	400/56
			2/125	5/56	20/100	60/84	100/56	250/56
				15/68	50/68	75/45	150/30	300/45
				10/45	30/37	75/37	125/25	250/37
9	2/84	7.5/155	15/155	40/155	75/68	75/30	400/56	
			5/125	10/100	30/100	60/56	100/45	
			5/100	7.5/68	25/84	40/45	50/37	
			3/68		20/45	40/37	100/30	
10	5/125	7.5/125	20/100	50/100	150/84	250/34	600/84	
			15/84	40/84	125/68	200/68	500/68	
			10/84	30/68	100/56	150/	350/45	
				25/56	75/45	125/37		

TABLA 4.3

Potencia y velocidad de la flecha (hp/rpm) para suspensión de sólidos (Ud=25 ft/min)								
escala de agitación	Volumen equivalente (galones)							
	500	1,000	2,000	5,000	15,000	30,000	75,000	100,000
1	1/230	2/190	2/125	5/125	20/100	30/100	75/100	125/68
		1/190	2/84	3/84	15/68	25/68	60/58	100/58
		1/100	1.5/84	3/68	10/45	20/68	50/45	75/68
			1.5/56	2/45	7.5/37	15/45	40/37	75/37
2	1/180	2/125	3/84	15/155	30/100	60/84	160/84	250/84
				10/100	25/84	50/68	125/68	200/68
				7.5/68	20/68	40/56	100/56	150/45
				6/45	15/45	30/37	75/37	125/37
3	1/100	1.5/84	5/125	10/84	40/84	75/84	250/84	400/100
			3/68		30/68	60/68	200/68	200/45
			2/45		25/56	50/45	150/56	150/37
					20/37	40/37	125/45	100/20
4	2/180	2/84	7.5/155	7.5/45	60/125	75/68	300/100	300/68
		1.5/56	5/100		50/100		150/45	250/56
			3/56				125/37	150/30
								125/25
6	2/155	2/68	7.5/125	15/84	75/125	100/68	400/100	150/25
		2/56	5/84	10/56	50/84	200/45	200/45	
				7.5/37	30/45		150/37	100/20
6	2/125	3/84	5/68	25/125	60/84	125/68	300/68	400/56
				20/100	50/68	100/56	250/56	350/45
				15/68	40/56	75/45	150/30	250/37
				10/45	30/37	75/37	125/25	200/30
7	2/84	7.5/155	15/155	30/100	75/68	75/30	400/68	
		5/125	10/100	25/84	60/68		300/45	
		5/100	7.5/68	20/68	60/45		250/37	
		3/68	7.5/68	15/56	40/37		200/30	
8	3/100	7.5/125	10/84	60/155	100/68	250/44	600/84	
		5/84		40/100	75/56	200/37	500/68	
				30/68		160/45	350/45	
				25/56		125/37		
9	5/155	10/125	15/84	75/190	150/84	400/100		
		7.5/100		60/125	125/68	350/34		
				50/100	100/56	200/45		
				40/84	75/45	150/37		
10	7.5/155	15/155	30/155	75/125	300/100	500/68		
		5/125	30/100	75/100	250/84	400/56		
			25/125	60/84	200/68	300/56		
			20/100	50/84	150/56	250/56		

## 5.0 EQUIPOS ESPECIALES.

### 5.1 FILTRO DE SULFATO DE CALCIO.

La selección de un equipo de separación sólido-líquido es función de una serie de variables que podemos resumir a continuación :

- a) Características físicas y químicas del sistema sólido-líquido.
- b) Tamaño y distribución de las partículas sólidas forma y tendencia a la floculación de las mismas.
- c) Concentración de la alimentación.
- d) Cantidad de material manejado.
- e) Grado de separación deseado.
- f) Costos relativos de inversión, operación, etc.

De entre los distintos tipos de filtros comerciales existentes, el más moderno y más ampliamente utilizado en la producción de ácido fosfórico por vía húmeda es el filtro horizontal rotatorio, desarrollado por la Bird-Prayon y cuya estructura se presenta en la figura 5.1 .

Para nuestro caso particular, la característica que nos importará determinar en el cálculo del filtro será el tamaño del mismo y que se encuentra directamente relacionado con el área efectiva de filtrado.

La determinación de éste parámetro requiere de cierta información sólo generable en pruebas de laboratorio, situación que queda fuera de los objetivos de esta tesis.

Por tal motivo, hemos recurrido a la información publicada en literatura especializada (ref. 4), donde encontramos que se requiere un promedio de  $0.2787 \text{ m}^2/\text{ton P}_2\text{O}_5/\text{día}$ .

La capacidad que requerimos es de  $433.22 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{hr}$  ó  $10397.28 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{día}$ . Por lo tanto, el área requerida para la filtración del sulfato de calcio será de:

$$A = 0.2787 \times 10397.28 = 2.89 \text{ m}^2$$

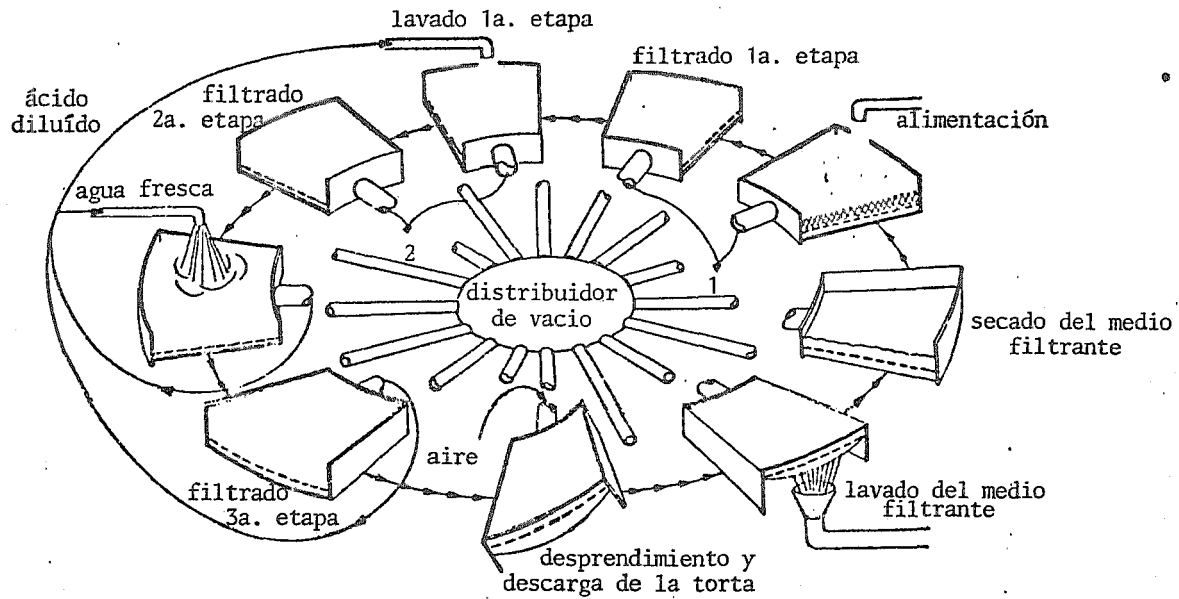


Fig. 5.1. Estructura del filtro Bird-Prayon

La diferencia de presión en el filtro será de 4 psi .  
En la sección de desprendimiento de la torta se aplicará aire a una presión de 80  $\psi$  .

Temperatura de operación : 40 °C máxima.

Material de construcción : acero inoxidable 316.

Material del medio filtrante : polipropileno.

Espesor recomendado de la torta : 20 - 23 mm (ref. 17).

## 5.2 CONDENSADOR BAROMETRICO Y EYECTOR DE VACIO.

Generalmente, los fabricantes de este tipo de equipos tienen tablas y gráficas para su cálculo.

Se requiere de la T del agua de enfriamiento, presión de vapor disponible y gasto de vapores a condensar.

Los valores encontrados para este equipo fueron:

T del agua = 50 °F

Gasto de agua = 176 GPM

Consumo de vapor 150  $\psi$  = 100 lb/hr

Presión = 206.8 mmHg = 4 psi .

Gasto de aire = 32 lb/hr

Material de construcción = acero al carbón.

## 5.3 ENFRIADOR DE ACIDO SULFURICO.

Tipo : Tubos concéntricos.

Para calcular estos equipos se debe contar con el balance de materia y energía. Una vez que se cuenta con ambos balances, se procede a hacer el cálculo termodinámico del equipo. El método de cálculo así como las propiedades de los fluidos y gráficas se obtuvieron del libro :

"Process heat transfer" referencia número 20.

Gasto de ácido sulfúrico  $W = 4074.4 \text{ lb/hr (corr. 8)}$   
Temperatura de entrada  $T_e = 275 \text{ }^\circ\text{F}$   
Temperatura de salida  $T_s = 170 \text{ }^\circ\text{F}$   
 $C_{p_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$  a  $222^\circ\text{F}$  y 70%  $= 0.88 \text{ BTU/lb }^\circ\text{F}$

**Balance de Calor.**

$$Q = W \times C_p \times \Delta T = 4074.4 \times 0.88 \times (275 - 170) = 376475 \text{ BTU/hr}$$

**Gasto de agua:**

$$W = Q / C_p \Delta T = 376473 / 1 \times (122 - 68) = 6791.7 \text{ lb/hr}$$

$$\text{LMTD} = \frac{(275 - 122) - (170 - 68)}{1_n (275 - 122) - (170 - 68)}$$

Dado que la carga térmica es muy pequeña y también las corrientes manejadas, se ha escogido un cambiador de horquillas.

El método de cálculo es el siguiente:

De acuerdo a velocidades recomendadas, se seleccionan las dimensiones de los tubos y se procede con el cálculo termodinámico.

Tubos seleccionados  $1\frac{1}{2}'' \times 1''$

**Sección anular: agua.**

$$\begin{aligned} D_2 &= 1.5 / 12 &= 0.125 \\ D_1 &= 1.32 / 12 &= 0.11 \\ A_a &= \text{Pi} \times (D_2 - D_1) / 4 &= 0.0027 \text{ sq ft} \\ D_e &= D_2^2 - D_1^2 / D_1 &= 0.032 \end{aligned}$$

**Masa velocidad:**

$$G_a = W / A_a = 2515444$$

$$M_u = 1.963$$

$$R_e = D_e \times G_a / \mu = 0.13 \times 2515444 / 1.936 = 168908$$

$$jH = 350$$

Kern fig. 24

$$K = 0.356$$

$$(C_p \times \mu/K)^{1/3} = 0.626 \quad h_o = jH \times K/D_e = 2437$$

Sección interna : ácido sulfúrico.

$$A = 0.957 / 12 = 0.07975$$

$$A_p = \pi D^2 / 4 = 0.00498 \text{ sq ft}$$

$$G_i = W/A = 4074.4 / 0.0049 = 815586$$

$$\mu = 4.6$$

$$R_e = D \times G_i / \mu = 0.07975 \times 815585 / 4.6 = 114139$$

$$jH = 50$$

$$C_p = 0.88 \quad K = 0.24 \quad (C_p \mu/K)^{1/3} = 2.56$$

$$h_i = 50 \times 0.24 / 0.07975 \times 2.56 = 385.85$$

$$U_c = \frac{385.85 \times 2437}{385.85 + 2437} = 333.1$$

$$1/U_d = 1/U_c + R_d \quad U_d = 250$$

$$A_t = Q/U_d \Delta T = 376475 / (250 \times 125.8) = 11.97 \text{ sq ft}$$

$$\text{Longitud} = 12 \text{ ft} \quad \text{No. horquillas} = 4$$

$$\text{LMTD} = 125.8 \quad U_c = 333 \quad U_d = 250$$

#### e) Estimación de costos.

Consideramos que la presente sección constituye una de las más importantes del tema que se desarrolla, ya que de una estimación realista de los costos de inversión requeridos por el proyecto se desprenderá una correcta evaluación del mismo. Lo anterior se debe fundamentalmente al -

carácter que distingue al presente trabajo, que nos limita a utilizar estimaciones de orden de magnitud o prediseño.

Existen una gran variedad de métodos de estimación de costos de equipo, cuya aplicación depende del tipo de información disponible. Cada uno de estos métodos arrojará un resultado tanto más preciso cuanto más realista y completa sea la información que utilicemos.

En nuestro caso particular nos hemos referido a la mayor cantidad de fuentes de información disponibles - en lo que a costo de equipo se refiere- desde artículos publicados en revistas especiales y libros, hasta cotizaciones directas en los casos que lo han permitido. Una vez determinados los costos requeridos para cada equipo, utilizaremos esta información para calcular el costo total de la unidad productiva, que abordaremos en el último capítulo de este trabajo.

Para los equipos calculados en base a costos de referencia en los Estados Unidos, hemos utilizado la relación de índices de marshal & Stevens para los años correspondientes, mientras que para equipos calculados en base a costos de referencia en México, hemos utilizado la relación de índices para inversión en activo fijo de los años correspondientes publicados por el Banco de México.

La tabla siguiente presenta los costos estimados para los equipos mayores que se dimensionaron en la sección anterior, referidos al último cuarto del año de 1979.



EQUIPO	COSTO (M \$)	REFERENCIA
Tanque de ácido sulfúrico	190.000	7
Tanque de ácido fosfórico	351.000	7 y (+)
Silo de almacenamiento de roca.	550.000	(£)
Tanque de alimentación al filtro.	51.000	(£)
Disolvedor de roca	276.000	(+) y (£)
Enfriador al vacío	214.000	(+) y (£)
Gusano transportador de roca.	153.000	8 y (£)
Elevador de roca	282.000	8 y (£)
Gusano alimentador al disolvedor.	120.000	8 y (&)
Bomba de ácido sulfúrico	22.250	8
Bomba de recirculación de slurry.	181.300	7 y 9
Bomba de alimentación al filtro.	60.837	7 y 8
Bomba de recirculación de ácido.	43.900	7 y 8
Bomba de alimentación de ácido fosfórico.	45.440	7 y 8
Bombas de recirculación al filtro (2).	46.110	7 y 8
Agitador del tanque de alimentación al filtro.	75.157	8 y (£)
Agitador del disolvedor de roca.	300.000	8 y (&)
Cambiador de calor para ácido sulfúrico.	16.000	(+) y 8
Eyector y condensador barométrico.	86.000	(+)
Filtro rotatorio	1279.518	4
<b>TOTAL</b>	<b>4343,512</b>	

(£) Cotización directa base 1976 afectada por los --  
 Indices correspondientes para activo fijo del Banco de --

México.

(&) Cotización directa base 1978 afectada por los --  
índices correspondientes para activo fijo del Banco de --  
México.

(+) Cotización directa reciente.

PARTE II

OBTENCION DEL

FOSFATO DICALCICO DIHIDRATADO .

CAPITULO VI

PROPIEDADES Y USOS DEL FOSFATO DICALCICO

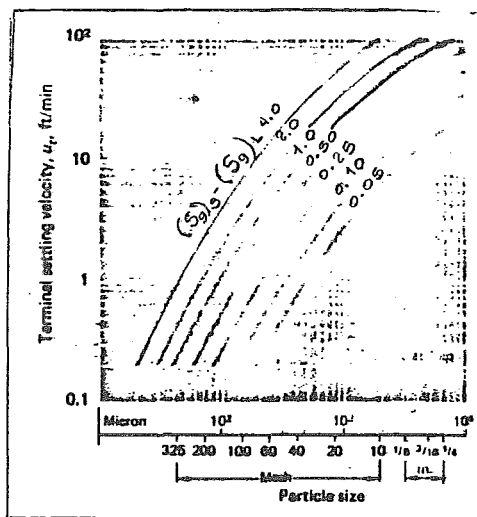
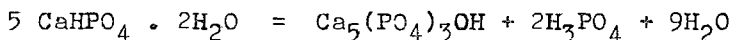


Figure: 4.1

a) Características y especificaciones.

El fosfato dicálcico dihidratado es una sal disultuída del ácido fosfórico. Es un polvo blanco, de baja densidad y cuya fórmula es  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y contiene, como podrá observarse, dos moléculas de agua de hidratación. Es un producto que se deshidrata con relativa facilidad al incrementarse su temperatura, sufriendo una reacción de desproporcionación en la que se produce hidroxilapatita y ácido fosfórico de acuerdo a la siguiente reacción :



Característica que le vale su aplicación en mezclas -- preparadas para repostería.

Para evitar este comportamiento, que resulta indeseable en otro tipo de aplicaciones --y entre ellas la que nos interesa-- se suele agregar al producto algún agente estabilizador, como el pirofosfato de sodio o el fosfato trimagnésico. Estos agentes fueron descubiertos incidentalmente y aún no se ha determinado con exactitud la forma en que trabajan estabilizando al fosfato dicálcico.

Cuando el tamaño de partícula es controlado en el F.D.D. encuentra características abrasivas muy especiales, que permiten su aplicación en la fabricación de pastas dentales, ya que a temperatura ambiente el F.D.D. es un material prácticamente inerte e insoluble en agua. Esta será la principal aplicación que encontrará nuestro producto.

Otra aplicación importante del multicitado producto es la producción de alimentos balanceados para animales. Por -- su contenido de fósforo (18%) el F.D.D. resulta un complemento nutricional para los animales, de muy fácil asimilación y costo razonable.

Las especificaciones del F.D.D. que produciremos se presentan a continuación.

COMPONENTE	%
$P_2O_5$	41.0 - 43.0
CaO	32.0 - 33.5
$F^-$	0.003 max
$As_2O_3$	0.001 max
PPI	24.5 - 26.5

b) Materias primas para la producción de F.D.D.

Las especificaciones para las materias primas que se utilizarán en la producción del F.D.D. son las siguientes:

Hidróxido de calcio:

$Ca(OH)_2$	.....	98.0%	mín
$F^-$	.....	0.007%	máx
$As_2O_3$	.....	0.003%	máx

Acido fosfórico:

$P_2O_5$	.....	32.5%	mín
$F^-$	.....	0.006%	máx
$As_2O_3$	.....	0.002%	máx

CAPITULO VII

PROCESO DE OBTENCION DE

FOSFATO DICALCICO DIHIDRATADO



**a) Reacciones.-**

La neutralización del ácido fosfórico con cal hidratada a una temperatura inferior a los 40 °C, da por resultado la obtención del fosfato dicálcico dihidratado. La reacción correspondiente es:



Debido a que se trata de la sal disustituida del ácido fosfórico, debe agregarse la cal al ácido y no al contrario pues se obtendría otro producto de características muy distintas a las del F.D.D., es decir, debe existir un exceso de ácido.

La cal suele manejarse en forma de lechada ya que su incorporación al ácido se facilita y la reacción de neutralización se mejora.

Puede utilizarse cal sólida pero su adición debe realizarse dispersándola sobre la superficie del ácido en forma homogénea y dosificada, de lo contrario las partículas de cal pueden cubrirse con cristales de F.D.D. y quedar atrapados. Esto produce un incremento en la alcalinidad del producto final.

Se ha determinado que no existen reacciones paralelas que compitan con la formación del F.D.D., a menos que la temperatura de reacción sobrepase los 40 °C en donde se formaría definitivamente el fosfato dicálcico anhidro.

**b) Algunos aspectos técnicos.-**

El proceso de obtención del F.D.D. requiere, en alguna de sus fases, de un control muy estricto en las condiciones de operación, las cuales pueden considerarse como --

críticas.

Como primer punto está la fase de reacción. El control adecuado de la temperatura determinará que se forme el producto deseado o su equivalente anhidro.

Es por ello que el reactor debe contar con un sistema de enfriamiento adecuado para absorber las grandes cantidades de calor que se generan por la neutralización del ácido con la cal.

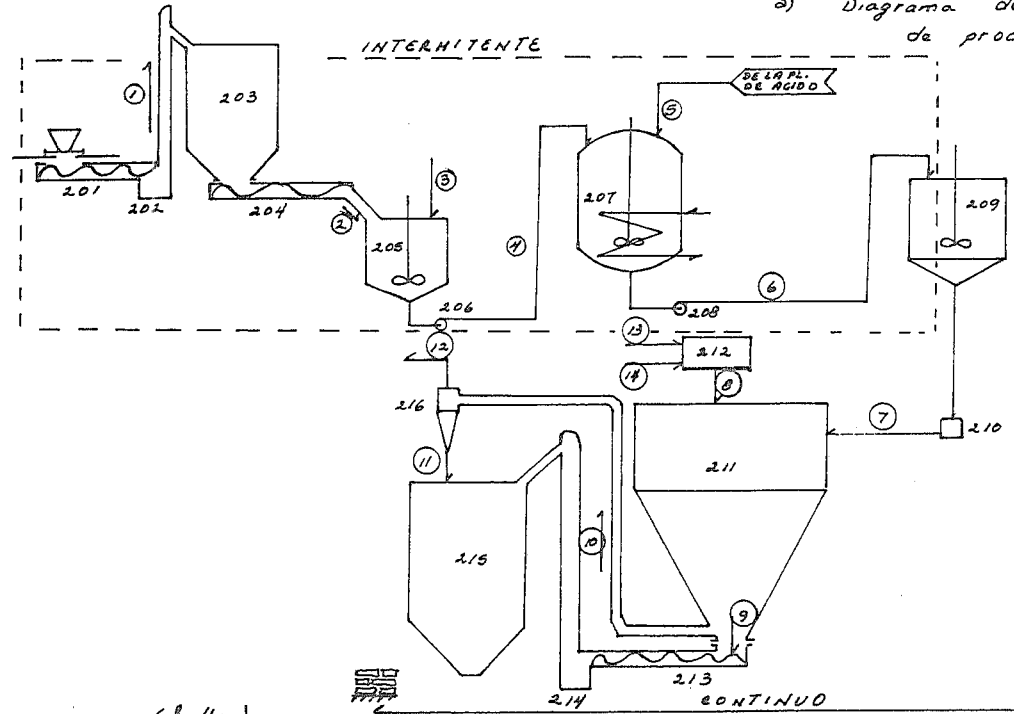
Adicionalmente, la velocidad de adición de la lechada, permite un mejor control de la temperatura.

La agitación es otro factor importante. Dado que el producto de la reacción es un cristal, el material tiende a asentarse con relativa facilidad, por lo tanto es recomendable utilizar agitadores de propela que no sólo mantendrán a los sólidos en suspensión sino que contribuirá también a la disipación de calor.

CAPITULO VIII

PLANTA DE FOSFATO DICALCICO

a) Diagrama de flujo de proceso



(kg/hr)

COMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CaO	12613	4116		412		4044	377		339	32	38			
H <sub>2</sub> O	4052	1324	12700	1403	10606	24838	2257	208	230	2240	51	2183		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					5224	5118	478		431	5	48			
N <sub>2</sub>								19193		19193		19193		19193
O <sub>2</sub>								5038		5038		5038		5038
CO <sub>2</sub>								261		261		261		
gas nat.														94
TOTAL	16666	3440	12700	1815	15830	34000	3112	24700	1000	26769	137	26675	94	27231

b) Lista de Equipos.

No.	NOMBRE
201	Gusano para descarga de cal.
202	Elevador de cal.
203	Silo de almacenamiento de cal.
204	Gusano alimentador al tanque de lechada.
205	Tanque de lechada.
205-A	Agitador del tanque de lechada.
206	Bomba de lechada.
207	Reactor.
207-A	Agitador del reactor.
207-B	Serpentín de enfriamiento del reactor.
208	Bomba de evacuación del reactor.
209	Tanque de retención.
209-A	Agitador del tanque de retención.
210	Bomba de alimentación al secador.
211	Secador.
212	Quemador.
213	Gusano transportador de F.D.D.
214	Elevador de F.D.D.
215	Silo de almacenamiento de F.D.D.
216	Colector ciclónico.

c) Características resumidas de los equipos.

A continuación presentamos las tablas correspondientes a los equipos de la planta de fosfato dicálcico dihidratado. Para todos ellos, de tipo repetitivo, se siguieron los mismos procedimientos de cálculo mencionados en la parte I para la planta de ácido fosfórico.

TABLA DE RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO Y DE PROCESO

No. item	MATERIAL ALMACENADO			CAPACIDAD m <sup>3</sup>	P, atm T, °C	CARACTERISTICAS ESPECIALES	DIAM, ALT.	MATERIAL DE CONSTRUCCION
	NOMBRE	DENSIDAD	CONCENTRACION					
203	CAL	0.656	100	110	1,25	NINGUNA	5.2	ACERO AL CARBON
205	LECHADA DE CAL	1.134	30	4.8	1,25	CON AGITADOR DE 5 HP, 84 rpm	1.82	ACERO AL CARBON
207	SLURRY FDD	1.17	36.5	8.7	1,40	CON SERPENTINES CONCENTRICOS SS316, AGIT. 15HP	2.3	FIBRA DE VIDRIO
209	SLURRY FDD	1.17	36.5	21.8	1,40	CON AGITADOR DE 30 HP, 68 rpm	3.02	ACERO AL CARBON
215	FDD	0.621	100	52.0	1,25	NINGUNA	4.0	ACERO AL CARBON

TABLA DE BOMBAS

No. item	MATERIAL A MANEJAR				CAPACIDAD GPM	CABEZA TOTAL ft	POTENCIA HP	MATERIAL DE CONSTRUCCION		MOTOR
	NOMBRE	DENS. kg/l	T, °C	CONC. %				CARCAZA	PARTES MOJADAS	
206	SLURRY FDD.	1.17	40	36.5	128	30	2.26	SS316	SS 316	TCCV
208	LECHADA CAL	1.134	25	30	7.0	30	0.2	ACERO CARBON	ACERO AL CARBON	TCCV
210	SLURRY FDD	1.17	40	36.5	11.76	180	1.0	SS316	SS 316	OPERADA CON AIRE

EQUIPO DE TRANSPORTE MECANICO

GUSANOS

No. item	MATERIAL MANEJADO		CAPACIDAD		LONGITUD m	DIAMETRO cm	VELOCIDAD rpm	POTENCIA HP	MAT. DE CONST.	
	NOMBRE	DENSIDAD kg/m <sup>3</sup>	kg/hr	m <sup>3</sup> /hr					CUERPO	ALABES TUBO
201	HIDROXIDO DE CALCIO	656	16600	25.4	5	30.48	40	2.0	AC. al CA.	AC. al CA.
204	HIDROXIDO DE CALCIO	656	5440	8.29	3	22.86	18	2.0	AC. al CA.	AC. al CA.
213	FOSFATO DE CALCIO	621	1000	1.61	5	22.86	20	2.0	AC. al CA.	AC. al CA.

Nota. Todos provistos de reductores de velocidad y el 204 con motovariador para controlar la alimentación al tanque de lechada.

ELEVADORES

No. item	MAT. MANEJADO		TIPO CENT.	CAPACIDAD		DIST. ENTRE CENTROS m	DIMENSION CUERPO cm	DIMENSION CANG. cm	No. CADENA	VELO CIDAD rpm	POTENCIA HP
	NOMBRE	DENS. kg/m <sup>3</sup>		kg/hr	m <sup>3</sup> /hr						
202	HIDROXI. CALCIO	656	C 768	19920	30.36	12	34.9 x 99.0	20.32 x 12.70	C102B	23.4	5
214	FOSFATO CALCIO	621	C 102	1200	1.93	15	34.9 x 99.0	15.24 x 10.16	C188	43	3





#### 4.0 AGITADORES.

No. de ITEM	No. de impulsores	Potencia (HP)	Velocidad (RPM)	Diámetro (m)
205 - A	1	5	84	
207 - A	1	15	84	
209 - A	1	30	68	

#### 5.0 EQUIPOS ESPECIALES.

##### 5.1 SECADOR POR ASPERSION PARA EL F.D.D.

El secado por aspersión es un proceso de transferencia de masa y calor simultáneos y constituye uno de los métodos más prácticos y versátiles que existen para el secado de soluciones y suspensiones, pudiéndose mencionar las siguientes ventajas:

- 1) El proceso está compuesto por una operación sencilla para transformar la alimentación líquida al producto seco.
- 2) Los costos de mantenimiento son relativamente bajos, porque el sistema posee pocas partes móviles.
- 3) Los costos de mano de obra directa son bajos, ya que se requiere poco personal de operación.
- 4) Cuando se opera a corrientes paralelas, el control sobre la temperatura del producto puede mantenerse con gran exactitud, encontrando su más importante aplicación para la deshumidificación de materiales muy sensibles a la temperatura.
- 5) El producto de un secado por aspersión, es un material muy homogéneo, de distribución de partícula

bastante pareja.

- 6) Permite un secado sumamente rápido, consumiendo de 5 a 30 segundos el tiempo de residencia del material.
- 7) El arranque y paro del equipo es sumamente rápido.

Existen dentro del grupo de secadores por aspersión, 3 tipos diferentes, que se clasifican de acuerdo a la forma en que se alimenta el material a la cámara de secado :

- por boquillas de aspersión,
- por boquillas de dos flúidos y
- por disco aspensor.

De ellos hemos seleccionado el último tipo, por las siguientes ventajas:

- a) La erosión, es un pco menor que en los otros tipos de secadores, y en caso de que éste fenómeno se presentara, el efecto sobre las características del producto es menos serio que en los otros casos.
- b) Un disco aspensor se obstruye con mucha más dificultad que los otros tipos.
- c) El material que se esprea, no está sujeto a fluctuaciones en la presión de bombeo porque el flujo al atomizador es por gravedad, o por medio de una bomba que no produzca pulsaciones en el bombeo.

Los factores que afectan el diseño de una cámara de secado son:

- 1) Dirección y grado de atomización,
- 2) Trayectoria del aire de secado,
- 3) Descarga del producto,
- 4) Tiempo de retención y
- 5) Flujo de aire de secado.

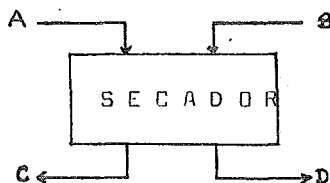
Dado que el diseño de las características de un disco aspersor, es función de una serie de propiedades del líquido cuyo valor desconocemos -como tensión superficial, tamaño máximo de la gota atomizada-, nos limitaremos en esta sección a calcular el volúmen de la cámara de secado, que nos permitirá estimar los costos de inversión para este equipo, estimando las características del sistema aspersor por analogía con sistemas que hemos conocido en la realidad.

Como algunas premisas de diseño para los cálculos -- que vamos a efectuar, mencionaremos las siguientes recomendaciones que hemos tomado de literatura especializada :

- 1) La dimensión crítica de un secador por disco aspersor es el diámetro de la cámara, la altura vertical es usualmente 0.3 a 1.0 veces el diámetro de la misma.
- 2) El tiempo de retención máximo, que consecuentemente produce la cámara de mayores dimensiones, es de 30 segundos.
- 3) Los diámetros normales para los discos de aspersión, oscilan entre los 12 y 14", a velocidades de 4,000 a 20,000 RPM, dependiendo éstas últimas del  $\emptyset$  del disco.

#### Balance en el secador.

Temperatura de entrada del aire :	260 °C
Temperatura de salida del aire :	90 °C
Temperatura de entrada del slurry:	40 °C
Temperatura de salida del producto:	80 °C
(máxima) :	90 °C
Alimentación al secador :	3112 Kg/hr
	(36.5% sólidos)
Humedad del producto de salida :	2%



Balance total de materiales:

$$A + B = C + D$$

Balance de energía.

Calor que se debe suministrar:

$$Q = A C_A \Delta T_A + A X_A \lambda_{H_2O/60^\circ C}$$

Donde:

A = alimentación total al secador (obtenida del DFP).

$C_A$  = calor específico de la alimentación.

$\Delta T_A$  = temperatura del producto, menos temperatura de la alimentación.

$X_A$  = cantidad de agua en la alimentación.

$\lambda_{H_2O/60^\circ C}$  = calor latente de vaporización del agua a  $60^\circ C$ .

Sustituyendo:

$$Q = (3112) (0.7386) (40) + (3112) (0.635) (597.61) = 1,272,890 \text{ kcal/hr.}$$

$$Q = BH_B - DH_D = 1,272,890 \text{ kcal/hr.}$$

$$H_B = \bar{C}_B \times \Delta T_B \qquad H_D = \bar{C}_D \times \Delta T_D$$

$$\Delta T_B = 260 - 25 = 235^\circ C \quad \Delta T_D = 90 - 25 = 65^\circ C$$

Para poder evaluar los  $\bar{C}$ 's de B y D, supondremos sus composiciones basándonos en balances que hemos hecho para casos similares:

Componente	%	
	B	D
N <sub>2</sub>	77	69.2
O <sub>2</sub>	20	10
CO <sub>2</sub>	1.2	0.8
H <sub>2</sub> O	1.8	20

$$\bar{C}_B = 0.287 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{C}_D = 0.316 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$H_B = (0.287) (235) = 67.445 \text{ kcal / kg}$$

$$H_D = (0.316) (65) = 20.54 \text{ kcal / kg}$$

Del balance total:

$$\begin{aligned} D - B &= A - C = 3112 - 1136 = 1976.12 \text{ Kg/hr} \\ &= \text{agua evaporada } \acute{o} \text{ capacidad eva} \\ &\quad \text{porativa del secador.} \end{aligned}$$

Suponiendo pérdidas de calor del 15%.

$$Q = 1272193 + (1272193 \times 0.15) = 1463021 \text{ kcal/hr}$$

Del balance total de materiales

$$D - B = 1976$$

Aire de combustión, gas natural y aire de dilución.

El calor suministrado a los gases de entrada (B), provendrá de la combustión del gas natural, cuya capacidad calorífica es de 15,506 kcal/kg ; 25 °C y 586 mm Hg

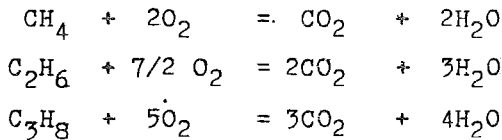
$$\text{Cantidad de gas natural} = \frac{1463021}{15506}$$

$$= 94.3 \text{ kg/hr}$$

Composición del gas natural:

CH <sub>4</sub>	92 %
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6.5%
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.5%

La combustión del gas natural procede de acuerdo a las siguientes ecuaciones:



De estas ecuaciones obtenemos el oxígeno necesario para la combustión y de ahí el aire primario:

$$\text{oxígeno necesario} = 375 \text{ kg/hr}$$

$$\text{aire primario} \frac{375}{0.22} = 1704 \text{ kg/hr}$$

Composición de los gases de combustión:

Componente	Cantidad (Kg)	% en Peso
N <sub>2</sub>	1329	73.9
CO <sub>2</sub>	261	14.5
H <sub>2</sub> O	208	11.6
	<hr/>	<hr/>
	1798	100.0

Para calcular el aire secundario utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q = n_1 \bar{C}_1 \Delta T + n_2 \bar{C}_2 \Delta T + n_3 \bar{C}_3 \Delta T + n_a \bar{C}_a \Delta T$$

donde:

Q = calor total generado por la combustión del gas natural

n<sub>i</sub> = cantidad de los productos de la combustión, siendo i :

1.- Nitrógeno.

2.- CO<sub>2</sub>

3.- Agua.

$n_a$  = cantidad de aire secundario.

$\bar{c}_s$  = calor húmedo promedio del aire.

$\bar{c}_i$  = calor específico promedio de los productos de combustión.

$\Delta T$  = Diferencia de temperaturas.

Temperatura inicial = 25 °C

Temperatura final = 260 °C

Calores específicos promedio (entre 260 °C y 25 °C).

$$\bar{c}_1 = \frac{0.26 + 0.25}{2} = 0.255 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{c}_2 = \frac{0.25 + 0.21}{2} = 0.230 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{c}_3 = \frac{0.475 + 0.495}{2} = 0.485 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{c}_s = 0.25 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

Resolviendo para  $n_a$

$$n_a = \frac{Q - \sum n_i \bar{c}_i \Delta T}{\bar{c}_s \Delta T}$$

$$n_a = \frac{1463021 - 1329 (0.255) + 261 (0.23) + 208 (0.485)}{235 / 0.25 (235)}$$

$$n_a = 22903 \text{ kg/hr}$$

Refiriéndonos al balance en el secador.

$$\begin{aligned} B &= n_a + \text{gas natural} + \text{aire primario} + \text{agua} \\ &= 24701 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

y

$$D = 24701 + 1976 = 26677 \text{ kg/hr}$$

Componente	Cantidad (Kg)	Kg mol
N <sub>2</sub>	19193	685.46
O <sub>2</sub>	5038	157.43
CO <sub>2</sub>	261	6.0
H <sub>2</sub> O	2184	121
	<u>26677</u>	<u>969.76</u>

Peso molecular de los gases calientes:

$$= \frac{26677}{969.76} = 27.56 \text{ Kg/kg mol}$$

$$\rho = \frac{27.56}{359} \times \frac{586}{760} \times \frac{25}{263} = 0.0056 \text{ Kg/l}$$

Flujo volumétrico al secador:

$$= \frac{24701}{0.0056} = 4410892 \text{ l/hr}$$

Tiempo de residencia:

$$= 30 \text{ segundos (0.0083 hr)}$$

Volúmen de la cámara:

$$= 4411 \text{ m}^3/\text{hr (0.0083 hr)} = 36 \text{ m}^3$$

$$\text{LMTD} = \frac{(260 - 40) - (90 - 80)}{\frac{1}{n} \frac{(260 - 40)}{(90 - 80)}} = 67.93 \text{ }^\circ\text{C}$$

Coefficiente volumétrico de transferencia:

$$U_x = \frac{1463021}{67.93 \times 36} = 598 \text{ Kcal/hr m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Número de unidades de transferencia:

$$N_t = \frac{t_1 - t_2}{\text{LMTD}} = \frac{260 - 90}{101.48} = 1.675$$

Características que resultan congruentes con los datos publicados (referencias 18 y 19).



El equipo contará con las siguientes unidades auxiliares y características :

- a) Aislamiento en todo el cuerpo y ductos de entrada de aire.
- b) Puerta de acceso y registros de inspección (2)
- c) Separador ciclónico.
- d) Calentador directo de aire con recubrimiento interior de tabique refractario.
- e) Instrumentos de control : con sistema de seguridad -válvulas solenoides- y operación, válvulas de desfogue y alarma de -purga del sistema.
- f) Ventiladores para aire: primario y secundario.
- g) Atomizador centrífugo (características específicas no conocidas) .

**d) Estimación de costos.**

La tabla siguiente presenta los costos de inversión en equipos mayores para la planta de fosfato dicálcico dihidratado.

Cabe aclarar que el secador por aspersión incluye la

cámara de secado con aislamiento, registros de inspección, ciclón, chimenea y ductos en acero inoxidable, quemador de gas natural, ventilador y motor, panel de control y costos de ingeniería, edificios e instalación del sistema completo.

EQUIPO	COSTO ( M\$)	REFERENCIA
Silo de almacenamiento de cal.	387.400	(£)
Silo de almacenamiento de F.D.D.	247.250	(£)
Tanque de preparación de lechada.	81.260	(£)
Agitador del tanque de -- preparación de lechada	39.000	8 y (£)
Tanque de retención	121.600	7 y (£)
Agitador del tanque de - retención.	95.200	8 y (£)
Reactor	166.800	(£) y (+)
Agitador del reactor	166.200	(&)
Secador por aspersion	8983.800	6
Bomba de alimentación al secador.	50.000	(&)
Bomba de lechada de cal	22.250	8 y 9
Bomba de evacuación del reactor.	68.400	8 y 9
Gusano transportador para cal.	113.490	(&)
Elevador de cangilones - para cal.	103.350	(&)
Gusano alimentador de cal	45.900	8 y (&)
Gusano transportador de - F.D.D.	54.600	8 y (&)
Elevador de F.D.D.	163.200	8 y (&)
Total	10859.700	

(£) Cotización directa base 1976 afectada por los índi  
ces correspondientes para activo fijo del Banco de México.

(&) Cotización directa base 1978 afectada por los ----  
índices correspondientes para activo fijo del Banco de Mé-  
xico.

(+) Cotización directa reciente.

CAPITULO IX

EVALUACION DEL PROYECTO

a) Introducción.-

El análisis financiero proforma, es una herramienta que nos permite determinar el comportamiento económico de un proyecto en un período determinado de tiempo. Para ello se realizan una serie de estimaciones a futuro a fin de integrar alguno de los modelos contables que existen, ya sea el modelo de balance, de resultados o de origen y aplicación de recursos.

Una vez calculado el modelo contable seleccionado, las técnicas de evaluación de proyectos nos permiten fijar prioridades entre diferentes alternativas de inversión para en caso dado, o bien a evaluar el efecto que sobre el estado financiero produce una o varias variables que forman parte de él. Este último caso será el que nos ocupará en este capítulo.

De los modelos contables mencionados hemos seleccionado el de balance y el de resultados, que nos permitirán calcular una serie de conceptos fundamentales para la evaluación del proyecto, como son: utilidades o ganancias estimadas, el flujo de efectivo y los gastos totales anuales.

Como métodos para la evaluación del proyecto, hemos seleccionado el tiempo de recuperación de la inversión y la velocidad de retorno sobre la inversión por flujo de caja descontado, cuya combinación se reconoce como una de las más adecuadas y realistas, además de ser la más utilizada en la actualidad.

b) Descripción de los modelos contables.-

Los modelos contables tienen como principal objetivo el agrupar y ordenar los costos y gastos, lo cual nos permite controlar y planear la empresa.

A. El modelo de resultados puede representarse por la siguiente ecuación:

$$Z = nS - (nV + F)$$

donde:

- Z - utilidades brutas.
- n - número de unidades producidas.
- S - precio unitario de venta.
- V - costo unitario variable.
- F - costos fijos.

y tiene la característica de ser un modelo dinámico, es decir, que nos proporciona información por períodos de tiempo determinados y por lo tanto nos permite observar y comparar el comportamiento económico de la empresa año con año.

Las utilidades netas se calculan de la siguiente forma:

$$U = Z (1 - t)$$

donde:

- U - utilidad neta.
- t - tasa de impuestos.

B. El modelo de balance se caracteriza por ser un modelo estático y su representación matemática es la siguiente:

$$\sum_{i=1}^n A_i = \sum_{i=1}^n P_i + C$$

donde:

- $A_i$  - suma de activos de la empresa
  - activo circulante: efectivo de operación, cuentas por cobrar, inventario de M.P. producto en proceso y producto terminado.
  - activo fijo: maquinaria y equipo, terreno y edificios.

activo diferido: gastos de preope-  
ración y arranque, amortización.

$P_i$  - suma de pasivos de la empresa  
pasivo a corto plazo: cuentas por  
pagar y otros pasivos cuyo tiempo  
de vigencia no es superior a dos a  
ños.  
pasivo consolidado: créditos a larg  
o plazo.

C - capital contable  
capital social.  
utilidades del ejercicio.

c) Descripción de los métodos de evaluación.-

A. Método del tiempo de recuperación de la inversión.

Este método calcula el tiempo requerido para que las utilidades generadas por el proyecto igualen la inversión - que requirió el mismo.

En su versión más simple, el cálculo del TRI se hace dividiendo la inversión total entre el valor de las utilidades promedio por año.

$$\text{TRI} = \frac{\text{I. T.}}{\text{U}}$$

donde:

I. T. - inversión total.

U - utilidades netas promedio al año.

Este modelo simplificado puede mejorarse si se incluye la depreciación en el término de las utilidades o beneficios totales, esto es:

$$\text{TRI} = \frac{\text{I. T.}}{\text{U} + \text{D}}$$

donde:

D - es la depreciación anual.

B. Método de retorno sobre la inversión por flujo de caja descontado.

El retorno sobre la inversión se define como el porcentaje que resulta de dividir las ganancias netas anuales generadas por el proyecto entre el capital invertido en el mismo.

La forma convencional de aplicar este método es dividiendo el promedio de las ganancias netas anuales entre la inversión total. Esta versión tiene un severo inconveniente, no considera el efecto del tiempo sobre los gastos e ingresos que se presentan en la vida económica del proyecto, esto es, la variación del valor del dinero conforme transcurre el tiempo.

El método de flujo de caja descontado considera este factor y por lo tanto es más realista. El cálculo del retorno sobre la inversión por el flujo de caja descontado es un proceso iterativo y consiste en suponer la velocidad de recuperación con la que se obtienen los factores de descuento para cada año considerado, que multiplicados por el flujo de efectivo y sumados deben igualar la inversión inicial efectuada. La representación matemática del método sería la siguiente:

$$\text{I. T.} = \sum_{i=0}^n (\text{F.E.})_i \times \text{F.D.}_i$$

donde:

I. T. - inversión total inicial.

F.E. - flujo de efectivo para el año "i"

F.D. - factor de descuento para el año "i"



Y los factores de descuento se calculan de la siguiente forma:

$$\text{F.D.} = \frac{1}{(1 + r)^n}$$

donde:

r - velocidad de retorno.

n - año o período considerado.

d) Cálculo de la inversión total para el proyecto y costos de operación.

Los desembolsos que genera un proyecto industrial -- pueden agruparse en tres renglones principales:

- 1) Inversión fija.
- 2) Capital de trabajo.
- 3) Costos y gastos de operación.

Cada uno de estos renglones está compuesto por una serie de conceptos cuya determinación debe basarse, hasta donde sea posible, en datos generados por proyectos similares o bien en la experiencia que se haya desarrollado y probado en esta rama de la Ingeniería Económica.

En los casos generales, los conceptos se calculan mediante una serie de factores que provienen de estudios realizados sobre una gran cantidad de plantas ya en operación y que por lo mismo reflejan condiciones promedio.

A.- Inversión fija.

Son todos aquellos desembolsos no repetitivos que -- son tangibles, tales como los que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 8.1

Inversión fija:	Costo total del equipo y maquinaria.
	Costos de instalación.
	Tubería de proceso.
	Instrumentación.
	Edificios de proceso.
	Servicios auxiliares.
	Líneas exteriores.
	Instalaciones eléctricas.
	Preparación del terreno.
	Ingeniería y construcción.
	Factor de tamaño.
Contingencias.	

De entre los diversos métodos que existen para la determinación de los conceptos anteriores hemos seleccionado el -propuesto por Chilton, que consiste en aplicar sobre la inversión en equipo una serie de factores que varían dependiendo del concepto que se calcula.

Un método más exacto y que goza de mucha aceptación en la actualidad ha sido propuesto por Guthrie (ref. 8), en donde los conceptos de costo involucrados en cada equipo se agrupan bajo bloques o módulos y cuya precisión es superior a la del método que hemos seleccionado. Lo anterior se debió al tipo de información con que contamos y al carácter práctico que distingue al método de Chilton.

En la tabla 8.2, se presentan los conceptos calculados para nuestro caso particular. Se observará que hemos considerado en el encabezado de la tabla dos valores para los costos totales de equipo cuya diferencia es únicamente el costo del secador por aspersion. Se recordará que con toda oportunidad se explicó que dicho costo involucraba varios de los -conceptos mostrados en la tabla, por lo que aquellos marcados con asterisco están calculados en base al costo total sin

considerar el secador, mientras que el resto se calcularon incluyendo el costo de dicho equipo.

TABLA 8.2

Costo total del equipo: 6,219 M\$  
(15,203 M\$)

CONCEPTO	FACTOR	COSTO (M\$)
Costos de instalación.	0.43	2,674
Tubería de proceso	0.45	2,799
Instrumentación	0.075	467
Edificios de proceso.	0.10	621
Servicios auxiliares.	0.15	933
Líneas exteriores	0.05	760
Instalaciones eléctricas.	0.10	1,520
Preparación del terreno.	0.15	2,280
Ingeniería y construcción.	0.20	1,244
Factor de tamaño.	0.10	1,520
Contingencias	0.15	2,280

Inversión total de la planta: 32,300

### B. Capital de trabajo.

La inversión total inicial para un proyecto está -- constituida por el costo total físico de la planta -- que ya hemos descrito -- y por el capital de trabajo. Este último, está compuesto por los siguientes elementos:

- 1) inventario de materias primas,
- 2) inventario de producto en proceso,
- 3) inventario de producto terminado,
- 4) suministros de operación,
- 5) cuentas por cobrar,
- 6) cuentas por pagar y
- 7) efectivo en caja.

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados para nuestro caso, los cuales se basaron en recomendaciones de literatura especializada y las bases de diseño que establecimos con anterioridad, tomando en cuenta una operación al 100%. (Cap. IV, Inciso "a").

TABLA 8.3

#### CAPITAL DE TRABAJO

CONCEPTO	IMPORTE (M\$)
Inventario de materias primas.	1,344.640
Inventario de producto en proceso.	1,268.300
Inventario de producto terminado.	2,121.340
Suministros de operación y materiales.	480.000
Cuentas por cobrar.	2,048.660
Efectivo en caja.	400.000
Cuentas por pagar.	(1,344.640)
Total Capital de Trabajo	6,018.300

Por lo tanto, la inversión total requerida por el proyecto será este valor más el costo total físico de la planta;

INVERSION TOTAL INICIAL:	6,018.300
	<u>32,300.000</u>
	38,318.300

Para estimar este renglón se consideró el costo unitario del producto de importación a 1980 (\$ 10.94/Kg). Lo cual castigará un poco al proyecto, pero nos dejará del lado seguro.

### C. Costos y gastos de operación.

Los costos y gastos de operación pueden agruparse de acuerdo a dos criterios fundamentales:

- a) en relación al proceso pueden ser directos ó indirectos.
- b) en relación al volumen de producción, pueden ser fijos y variables.

Su asignación, tomando en cuenta el segundo criterio -- puede apreciarse en la siguiente tabla:

**TABLA 8.4**  
**DISTRIBUCION DE LOS COSTOS Y GASTOS**  
**DE OPERACION DE UNA PLANTA**  
**DE PROCESO**

TABLA 8.4

Materias primas.	}	Costos Variables	}	COSTOS  DE  MANUFACTURA
Servicios.				
Suministros de opera ción.				
Envase y Empaque.				
Fletes y Acarreos				
Comisiones sobre ven tas.	}	Gastos Variables		
Impuestos.				
Regalías.				
Mano de obra directa.	}	Costos Fijos		
Supervisión de opera ción.				
Mantenimiento.				
Materiales de manteni miento.				
Servicios.				
Laboratorio.	}	Gastos Fijos		
Depreciación.				
Amortización.				
Seguros.				
Indirectos de planta.				
Administración.				
Ventas.				
Superintendencia.				
Almacenamiento.				
Servicio Médico.				
Comedor.				

Los costos de materias primas principales y accesorias y los costos por servicios auxiliares, los podemos calcular del balance total de materiales.

La tabla siguiente presenta los valores correspondientes base un año de operación al 100% de capacidad.

**TABLA 8.5**  
**CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS**  
**AUXILIARES PARA LA UNIDAD PRODUCTIVA**

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Roca fosfórica. (beneficiada y molida.)	13,832 ton	759	10.498,488
Acido sulfúrico. (98%)	9,158 ton	1,100	10.073,800
Hidróxido de calcio.	3,950 ton	700	2.765,070
	Sub - total:		<u>23.337,358</u>
Vapor 150 - psig.	792 ton	52.730	41,762
Energía eléctrica.	1.040,043 Kw/hr	0.6476	673,532
Gas natural.	744,480 m <sup>3</sup>	0.2389	177,880
Agua de enfriamiento.	3,247 m <sup>3</sup>	29.100	94,490
Agua de proceso.	72,111 m <sup>3</sup>	40.138	<u>2.894,410</u>
	Sub - total:		<u>3.882,074</u>

Los costos unitarios para los servicios auxiliares - correspondientes al promedio en el Área del Edo. de Méxi-

co e incluyen los cargos por mano de obra de servicios, refacciones y materiales.

Para el caso del agua de enfriamiento se consideró únicamente el agua de reposición -make up- requerido por el sistema.

Los demás renglones se desglosan en la tabla 8.6 y -- las bases para establecerlas se discuten a continuación.

Supervisión y administración.- Siempre se requiere supervisión directa en la elaboración de un producto. - El costo de esta supervisión es alrededor de 15% del costo de mano de obra directa.

Mantenimiento y refacciones.- En este renglón se incluyen los costos de mano de obra, materiales y supervisión. Se consideró un 4% de la inversión fija.

Suministros de operación.- En este renglón, deben ser considerados todos los materiales que no son materias primas, pero que son necesarios para la operación óptima de la planta. Estos materiales son: lubricante, gráficas, reactivos químicos, etc.

Consideremos que el costo de estos suministros es de - 15% de mantenimiento y refacciones.

Laboratorio.- Se han considerado los salarios de 2 laboratoristas, para tres turnos y gastos de equipo de laboratorio.

Depreciación.- La depreciación se ha considerado lineal a 11 años.

Impuestos locales.- Definitivamente, estos impuestos dependen de la localización de la planta. Hemos considerado un 2% del capital fijo.

Seguros.- Generalmente, se considera un 1% del capital fijo.

Administración.- Es necesario incluir los costos administrativos en el análisis económico, se incluyen salarios de secretarías, contadores, mecanógrafas, etc. Se consi-



deró el 80% de los costos de mano de obra directa.

**Ventas y distribución.**- Se tomó 5% de los costos de producción.

**Planeación y desarrollo.**- Para este inciso se tomó como base el sueldo de un ingeniero químico que desarrollará este puesto.

TABLA 8.6  
COSTOS Y GASTOS ANUALES DE PRODUCCION

CONCEPTO	COSTO MP
Materias primas.	23337
Servicios.	3882
Mano de obra directa.	1647
Supervisión.	261
Mantenimiento y refacciones.	1292
Suministros de operación.	200
Laboratorio.	500
Depreciación.	2936
Impuestos locales.	640
Seguros.	323
Financiamiento.	500
Administración.	1050
Ventas y distribución.	1500
Planeación y desarrollo.	240
Disposición $CaSO_4$	2630
	<hr/>
TOTAL :	40937

ECUACION DE COSTO DE PRODUCCION

$$CP^a = \sum_{i=1}^n CFi + \sum_{i=1}^n CVi \cdot V_0$$

donde :

$CP^a$  = Costos de producción anuales  
(\$/año).

$CFi$  = Costos fijos anuales  
(\$/año).

$CVi$  = Costos variables de producción  
(\$/Kg).

$V_0$  = Volúmen anual de producción  
(Kg/año).

**e) Evaluación del proyecto.**

Como se mencionó con toda oportunidad, el criterio de evaluación del Proyecto será la competitividad en precio de nuestro producto. El precio de venta se calculará partiendo del precio de importación actual, dando decrementos discretos del 10%, hasta llegar al 60% del precio de importación.

Todos los conceptos de costos de operación tendrán -- como base los presentados en la tabla 8.6 , correspondiente al primer año de operación, (al 70% de capacidad).

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas y provienen de los cálculos realizados bajo las bases establecidas en la tesis: "Análisis del comportamiento económico de plantas de la industria química" , José Luis Uriegas U. 1979.

Las tablas mencionadas están divididas en 5 bloques de 4 cuadros cada una y cada bloque corresponde a un precio de venta diferente. El contenido de cada uno de los cuadros se resume a continuación:

Cuadro 1.- Estado de resultados proforma.

Cuadro 2.- Estado de origen y aplicación de recursos.

Cuadro 3.- Balances proforma.

Cuadro 4.- Obtención de la tasa interna de retorno de la inversión.

**Nota:** Las ventas para el primer año serán el 70% - de la capacidad de la planta y 85% para el - segundo, siguiendo con el 100% a partir del tercer año.

BLOQUE I

PRECIO DE VENTA \$ 10.94 / Kg

PROYECTO FOSFALIM

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

CUADRO 1

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
VENTAS TOTALES	68922.	83691.	98460.	98460.	98460.	98460.	98460.	98460.	98460.	98460.
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	22363.	27355.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.
MATERIAS PRIMAS	16247.	19728.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.
SERVICIOS	2717.	3259.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.
SUMINISTROS DE OPERACION	336.	408.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.
ENVASE Y EMPAQUE	592.	719.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.
FLETES Y ACARREOS	630.	765.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.
COMISIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
REGALIAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	1841.	2236.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.
MARGEN	46559.	56536.	66513.	66513.	66513.	66513.	66513.	66513.	66513.	66513.
COSTOS Y GASTOS FIJOS	9409.	9409.	9409.	9409.	9409.	8609.	8609.	8609.	8609.	8609.
MANO DE OBRA DIR OPERACION	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.
SUPERVISION DE OPERACION	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.
MATERIALES MANTENIMIENTO	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.
SERVICIOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LABORATORIO	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.
DEPRECIACION	2247.	2247.	2247.	2247.	2247.	1447.	1447.	1447.	1447.	1447.
AMORTIZACION	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.
SEGUROS	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.
INDIRECTOS DE PLANTA	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.
ADMINISTRACION	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.
VENTAS	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.
IMPUESTOS LOCALES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	37150.	47127.	57104.	57104.	57104.	57904.	57904.	57904.	57904.	57904.
GASTOS FINANCIEROS	5474.	5227.	4861.	3938.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.
INT FIN EXTRANJERO	249.	194.	133.	85.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN NACIONAL	3203.	2593.	1871.	1615.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN CORTO PLAZO	2022.	2440.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.
UTILIDAD GRAVABLE	31677.	41901.	52243.	53166.	54246.	55046.	55046.	55046.	55046.	55046.
I-S-R.	13304.	17598.	21942.	22330.	22783.	23119.	23119.	23119.	23119.	23119.
REPARTO DE UTILIDADES	2534.	3352.	4179.	4253.	4340.	4404.	4404.	4404.	4404.	4404.
UTILIDAD NETA	15838.	20950.	26122.	26583.	27123.	27523.	27523.	27523.	27523.	27523.

PROYECTO FOSFALIN

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 2

	ANDS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	
<b>ORIGENES</b>												
UTILIDAD GRAVABLE	0.	0.	0.	31677.	41901.	52243.	53166.	54246.	55046.	55046.	55046.	55046.
DEPREC Y AMORT	0.	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.	2357.
CREDITO EXTRANJERO	0.	1800.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL L.P.	0.	12119.	5194.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL C.P.	0.	0.	0.	10108.	12199.	14289.	14289.	14289.	14289.	14289.	14289.	14289.
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	9077.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
<b>TOTAL DE ORIGENES</b>	<b>0.</b>	<b>22250.</b>	<b>14271.</b>	<b>44941.</b>	<b>57256.</b>	<b>69689.</b>	<b>70612.</b>	<b>71692.</b>	<b>71692.</b>	<b>71692.</b>	<b>71692.</b>	<b>71692.</b>
<b>APLICACIONES</b>												
ACTIVO FIJO TOTAL	0.	18555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO TOTAL	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	10108.	2090.	2090.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED EXT	0.	0.	0.	384.	427.	469.	516.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED NAL	0.	0.	0.	3296.	3905.	4628.	5484.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORT CRED NAL C.P.	0.	0.	0.	0.	10108.	12199.	14289.	14289.	14289.	14289.	14289.	14289.
DIVIDENDOS	0.	0.	0.	0.	0.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.
PAGO DE I.S.F	0.	0.	0.	0.	13304.	17598.	21942.	22330.	22763.	23119.	23119.	23119.
PAGO DE RUT	0.	0.	0.	0.	2534.	3352.	4179.	4253.	4340.	4404.	4404.	4404.
<b>TOTAL DE APLICACIONES</b>	<b>0.</b>	<b>22250.</b>	<b>14271.</b>	<b>13792.</b>	<b>32369.</b>	<b>43818.</b>	<b>49892.</b>	<b>44354.</b>	<b>44894.</b>	<b>45294.</b>	<b>45294.</b>	<b>45294.</b>
<b>SOBRANTE DE EFECTIVO</b>	<b>0.</b>	<b>0.</b>	<b>0.</b>	<b>31150.</b>	<b>24867.</b>	<b>25871.</b>	<b>20720.</b>	<b>27338.</b>	<b>26798.</b>	<b>26398.</b>	<b>26398.</b>	<b>26398.</b>
<b>EFECTIVO ACUMULADO</b>	<b>0.</b>	<b>0.</b>	<b>0.</b>	<b>31150.</b>	<b>56037.</b>	<b>81907.</b>	<b>102627.</b>	<b>129965.</b>	<b>156763.</b>	<b>183161.</b>	<b>209559.</b>	<b>235957.</b>

PROYECTO FOSFALIN

BALANCES PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAJA Y BANLOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAJE CAP DE TRAB	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAJERA CLIENTES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INVENTARIOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO FIJO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TERRENO	0.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.
ED Y OB CIVIL	0.	373.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	621.
MAQ Y EQUIPO	0.	11182.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.
OTRAS INVERSIONES	0.	0.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.
DEPRECIACION ACUM	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA ACTIVO FIJO	0.	18555.	27424.	25177.	22930.	20683.	18436.	16190.	14743.	13296.	11849.
ACTIVO DIFERIDO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GASTOS PREOPERATIVOS	0.	3695.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.
AMORTIZACION ACUM	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA ACTIVO DIFERIDO	0.	3695.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.
ACTIVO TOTAL	0.	22250.	36521.	75975.	100086.	125181.	142744.	166925.	191367.	215408.	239450.
PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PROVEEDORES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO CORTO PLZO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PAGO DE ISR	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PAGO DE IAF	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PASIVO FIJO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO EXIPANJERN	0.	1800.	1800.	1412.	986.	516.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NACIONAL	0.	12119.	17312.	14017.	16112.	5484.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA PASIVO FIJO	0.	13919.	19112.	15429.	11097.	6000.	0.	0.	0.	0.	0.
PASIVO TOTAL	0.	13919.	19112.	15429.	11097.	6000.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.
RESERVA DE CAPITAL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA DE LAP Y RES	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UT ACUM EJ ANTERIOR	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA DE UTILIDADES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL CONTABLE	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	0.	22250.	36521.	75975.	100086.	125181.	142744.	166925.	191367.	215408.	239450.

PROYECTO FCSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 4

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	15838.	26950.	26122.	26583.	27123.	27523.	27523.	27523.	27523.
DEPRE Y AMORT	0.	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.	2357.
GASTOS FINANCIEROS (50%)	0.	0.	0.	2737.	2613.	2431.	1969.	1429.	1429.	1429.	1429.	1429.
VALOR DE RECUPERACION												
INTERENC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7000.
CIIF Y OBRAS CIVIL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	435.
MAQUINARIA Y EQUIPO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3040.
MOBIL Y EQ DE OFICINAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	920.
EQ INSPER LABS, ETC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	920.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	0.	21732.	26720.	31709.	31709.	31709.	31309.	31309.	31309.
FLUJO POSITIVO	56993.											
ACTIVO FIJO	0.	18555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	2022.	2440.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	17147.
FLUJO NEGATIVO	0.	22250.	14271.	2022.	2440.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	2858.	17147.
FLUJO NETO	0.	-22250.	-14271.	19710.	24280.	28851.	28851.	28851.	28451.	28451.	28451.	39846.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 50.86%

PERIODO DE RECUPERACION 1.97ANOS



BLOQUE 2

PRECIO DE VENTA \$ 9.86 / Kg

PROYECTO FOSFALIM

REGENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 1

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
VENTAS TOTALES	62118.	75429.	88740.	88740.	88740.	88740.	88740.	88740.	88740.	88740.
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	22363.	27155.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.
MATERIAS PRIMAS	15247.	19722.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.
SERVICIOS	2717.	3299.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.
SUMINISTROS DE OPERACION	336.	408.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.
ENVASES Y EMPAQUE	592.	710.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.
FUELOS Y ALAMBRES	630.	765.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.
LISTONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
RENTAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	1841.	2236.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.
MARGEN	39755.	48274.	56793.	56793.	56793.	56793.	56793.	56793.	56793.	56793.
COSTOS Y GASTOS FIJOS	9409.	9409.	9409.	9409.	9409.	3609.	6509.	6609.	8609.	8609.
MANO DE OBRA DE OPERACION	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.
SUPERVISION DE OPERACION	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.
MATERIALES MANTENIMIENTO	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.
SERVICIOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LISTONES	540.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.
DEPRECIACION	2247.	2247.	2247.	2247.	2247.	1477.	1477.	1477.	1477.	1477.
AMORTIZACION	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.
SUJIDOS	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.
INDUSTRIAS DE PLANTA	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.
ADMINISTRACION	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.
VENTAS	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.
IMPUESTOS LOCALES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	30346.	36865.	47384.	47384.	47384.	48184.	48184.	48184.	48184.	48184.
GASTOS FINANCIEROS	5275.	4986.	4578.	3654.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.
INT. FIN. EXTRANJERO	243.	144.	133.	63.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT. FIN. NACIONAL	324.	252.	187.	131.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT. FIN. COPTO PLAZA	1823.	2199.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.
UTILIDAD GRAVABLE	25071.	33880.	42807.	43730.	44810.	45610.	45610.	45610.	45610.	45610.
I.S.R.	10530.	14229.	17979.	18367.	18820.	19156.	19156.	19156.	19156.	19156.
REPARTO DE UTILIDADES	2036.	2717.	3425.	3498.	3585.	3649.	3649.	3649.	3649.	3649.
UTILIDAD NETA	12536.	16945.	21403.	21865.	22405.	22805.	22805.	22805.	22805.	22805.

110

PROYECTO FUSFALIN

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 2

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
ORIGENES											
UTILIDAD GRAVABLE	0.	0.	0.	25071.	33880.	42807.	43730.	44810.	45610.	45610.	45610.
IMPORTE AMORT	0.	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.
CREDITO EXTRANJERO	0.	1807.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NACIONAL	0.	1211.	5194.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO SOCIAL	0.	8331.	9077.	9116.	10996.	12871.	12871.	12871.	12871.	12871.	12871.
CAPITAL SOCIAL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL DE ORIGENES	0.	22250.	14271.	37343.	48030.	58335.	59758.	60838.	60838.	60838.	60838.
APLICACIONES											
ACTIVO FIJO TOTAL	0.	12555.	2869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO TOTAL	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	9116.	1876.	1976.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CASO EXT	0.	0.	0.	388.	427.	469.	516.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CASO INT	0.	0.	0.	3256.	3905.	4628.	5484.	0.	0.	0.	0.
AMORT CASO SOCIAL	0.	0.	0.	0.	9116.	10996.	12871.	12871.	12871.	12871.	12871.
AMORT CASO NACIONAL	0.	0.	0.	0.	0.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.
DIVIDENDOS	0.	0.	0.	0.	16531.	14225.	17475.	18367.	18820.	19156.	19156.
PAGO DE IS	0.	0.	0.	0.	2065.	2710.	3425.	3499.	3555.	3649.	3649.
PAGO DE FUI	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL DE APLICACIONES	0.	22250.	14271.	12799.	27861.	38390.	43756.	38218.	38758.	39158.	39158.
SUPERANTE DE EFECTIVO	0.	0.	0.	24544.	20169.	20445.	16001.	22620.	22080.	21680.	21680.
EFECTIVO ACUMULADO	0.	0.	0.	24544.	44713.	65158.	81159.	103779.	125859.	147539.	169218.

PROYECTO FUSALTA

BALANZAS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	
<b>ACTIVO</b>												
ACTIVO CIRCULANTE												
Caja y Bancos	0.	0.	74544.	44713.	65158.	81153.	103772.	125855.	147530.	169218.	190898.	212578.
Cartera de Cobros	0.	0.	393.	602.	419.	419.	419.	419.	419.	419.	419.	419.
Cartera de Clientes	0.	0.	5174.	6263.	7392.	7392.	7392.	7392.	7392.	7392.	7392.	7392.
Deudores	0.	0.	4402.	5552.	7019.	7019.	7019.	7019.	7019.	7019.	7019.	7019.
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	35013.	57350.	79562.	95964.	116584.	140664.	162343.	184023.	205703.	227383.
ACTIVO FIJO												
Terreno	0.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	
Edificios Civiles	0.	378.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	621.	
Mobiliario y Equipo	0.	11182.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	
Oficinas y Equipos	0.	0.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	
Depreciacion Acum.	0.	0.	227.	443.	674.	998.	1124.	1261.	1412.	1575.	1727.	
SUMA ACTIVO FIJO	0.	13559.	27424.	25937.	20633.	18436.	16190.	14743.	13296.	11849.	10452.	
ACTIVO TOTAL	0.	13559.	62437.	83287.	100195.	114420.	132854.	155407.	175639.	195475.	216155.	
<b>PASIVO</b>												
PASIVO CIRCULANTE												
Deudores	0.	0.	1353.	1643.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	
Deudor (Corto Plazo)	0.	0.	9115.	10994.	12871.	12871.	12871.	12871.	12871.	12871.	12871.	
Deudor Largo	0.	0.	10930.	14229.	17973.	19367.	19367.	19367.	19367.	19367.	19367.	
Deudor	0.	0.	2306.	2710.	3125.	3196.	3585.	3643.	3693.	3743.	3844.	
SUMA PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	23694.	29576.	35226.	36676.	37218.	37610.	37610.	37610.	37610.	
PASIVO FIJO												
Capital Social	0.	1851.	1807.	1412.	986.	516.	0.	0.	0.	0.	0.	
Reserva Legal	0.	12112.	17312.	14017.	10112.	5454.	0.	0.	0.	0.	0.	
Reserva para Contingencias	0.	13512.	18112.	15422.	11077.	5000.	0.	0.	0.	0.	0.	
SUMA PASIVO FIJO	0.	33145.	39531.	35451.	26175.	10570.	0.	0.	0.	0.	0.	
PASIVO TOTAL	0.	33145.	39531.	35451.	26175.	10570.	0.	0.	0.	0.	0.	
<b>RECURSOS</b>												
Capital Social	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	
Reservas de Capital	0.	0.	0.	1890.	4421.	10912.	14272.	17693.	21114.	24534.	27955.	
SUMA DE CAP Y RES	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	
Deudores	0.	0.	12535.	16544.	21573.	25403.	31680.	35101.	38522.	41943.	45364.	
Deudor Largo	0.	0.	0.	10655.	14577.	17865.	20405.	22855.	25305.	27755.	30205.	
SUMA DE DEUDORES	0.	0.	12535.	16544.	21573.	25403.	31680.	35101.	38522.	41943.	45364.	
Capital Contable	0.	8331.	17408.	22244.	26080.	29916.	33752.	37588.	41424.	45260.	49096.	
TOTA PASIVO Y CAPITAL	0.	22551.	36521.	63377.	87557.	107013.	119458.	135321.	150645.	170369.	197691.	

PROYECTO FUSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 4

			ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
UTILIDAD NETA	0.	0.	12536.	16840.	21403.	21665.	22409.	22605.	22805.	22895.	22805.	22895.
DEPRECIACION Y AJUSTE	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.
GASTOS FINANCIEROS (50%)	0.	0.	2638.	2493.	2269.	1527.	1287.	1287.	1237.	1257.	1257.	1207.
VALOR DE RECUPERACION												
INTERESES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	720.
EDIFICIOS Y OBRAS CIVILES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	435.
MOBILIARIO Y EQUIPO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3040.
VEHICULOS Y EQUIPO DE OFICINAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	920.
EL TRANSPORTE Y LAISSEZ-FAIRE	0.	0.	0.	1833.	22529.	26849.	26849.	26849.	26449.	26449.	26449.	26449.
CAPITAL DE TRABAJO												
FLUJO POSITIVO	50715.											
ACTIVO FIJO	0.	15555.	2869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO	0.	3697.	542.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	1823.	2199.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	15446.
FLUJO NEGATIVO	0.	22251.	14271.	1823.	2199.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	2574.	15446.
FLUJO NFO	0.	-22250.	-14271.	16507.	20399.	24274.	24274.	23874.	23874.	23874.	23874.	35269.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 44.25%

PERIODO DE RECUPERACION 2.26 AÑOS

BLOQUE 3

PRECIO DE VENTA \$ 8.75 / Kg

PROYECTO FOSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 1

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
VENTAS TOTALES	55125.	66938.	78750.	78750.	78750.	78750.	78750.	78750.	78750.	78750.
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	22363.	27155.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.
MATERIAS PRIMAS	16247.	19728.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.
SERVICIOS	2717.	3299.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.
SUMINISTROS DE OPERACION	336.	408.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.
ENVASE Y EMPAQUE	592.	719.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.
FLETES Y ACARREOS	630.	765.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.
COMISIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
REGALIAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	1841.	2236.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.
MARGEN	32762.	39782.	46803.	46803.	46803.	46803.	46803.	46803.	46803.	46803.
COSTOS Y GASTOS FIJOS	9409.	9409.	9409.	9409.	9409.	8609.	8609.	8609.	8609.	8609.
MANO DE OBRA DE OPERACION	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.
SUPERVISION DE OPERACION	360.	360.	360.	360.	360.	350.	350.	350.	350.	350.
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.
MATERIALES MANTENIMIENTO	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.
SERVICIOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LABORATORIO	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.
DEPRECIACION	2247.	2247.	2247.	2247.	2247.	1447.	1447.	1447.	1447.	1447.
AMORTIZACION	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.
SEGUROS	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.
IMPUESTOS DE PLANTA	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.
ADMINISTRACION	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.
VENTAS	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.
IMPUESTOS LOCALES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	23353.	30374.	37394.	37394.	37394.	38194.	38194.	38194.	38194.	38194.
GASTOS FINANCIEROS	5071.	4738.	4286.	3363.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.
INT FIN EXTRANJERO	249.	194.	133.	65.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN NACIONAL	3203.	2593.	1871.	1015.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN CORTO PLAZO	1619.	1951.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.
UTILIDAD GRAVABLE	18282.	25636.	33108.	34031.	35111.	35911.	35911.	35911.	35911.	35911.
I.S.R.	7673.	10767.	13905.	14293.	14747.	15083.	15083.	15083.	15083.	15083.
REPARTO DE UTILIDADES	1463.	2051.	2723.	2723.	2809.	2873.	2873.	2873.	2873.	2873.
UTILIDAD NETA	9141.	12818.	16554.	17016.	17556.	17956.	17956.	17956.	17956.	17956.

PROYECTO FOSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 2

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
<b>ORIGENES</b>											
UTILIDAD GRAVABLE	0.	0.	0.	18282.	25636.	33108.	34031.	35111.	35911.	35911.	35911.
DEPREC Y AMORT	0.	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.
CREDITO EXTRANJERO	0.	1800.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL L.P.	0.	12119.	519.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL C.P.	0.	0.	0.	8096.	9755.	11414.	11414.	11414.	11414.	11414.	11414.
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	9077.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
<b>TOTAL DE ORIGENES</b>	0.	22250.	14271.	29534.	38547.	47679.	48602.	49682.	49682.	49682.	49682.
<b>APLICACIONES</b>											
ACTIVO FIJO TOTAL	0.	18555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO TOTAL	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	8096.	1659.	1659.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED EXT	0.	0.	0.	389.	427.	469.	516.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED NAL	0.	0.	0.	3298.	3905.	4628.	5484.	0.	0.	0.	0.
AMORT CRED NAL C.P.	0.	0.	0.	0.	8096.	9755.	11414.	11414.	11414.	11414.	11414.
DIVIDENDOS	0.	0.	0.	0.	0.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.
PAGO DE ISR	0.	0.	0.	0.	7678.	10767.	13905.	14293.	14747.	15083.	15083.
PAGO DE RUI	0.	0.	0.	0.	1463.	2051.	2649.	2723.	2873.	2873.	2873.
<b>TOTAL DE APLICACIONES</b>	0.	22250.	14271.	11779.	23228.	32811.	37450.	31912.	32452.	32852.	32852.
<b>SOBRANTE DE EFECTIVO</b>	0.	0.	0.	17755.	15319.	14868.	11152.	17771.	17231.	16831.	16831.
<b>EFECTIVO ACUMULADO</b>	0.	0.	0.	17755.	33075.	47943.	59095.	76865.	94096.	110926.	127757.



PROYECTO FOSFALIN

BALANCES PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANOS PREOPERACION		ANO 1	ANO 2	ANOS	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	
ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	17755.	35075.	47943.	59095.	76865.	94096.	110926.	127757.	144588.	161411.
CAJA Y BANCOS	0.	0.	0.	391.	402.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.
CAJA CAP. DE TRAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CARTERA CLIENTES	0.	0.	0.	4522.	5576.	6560.	6560.	6560.	6560.	6560.	6560.	6560.	6560.
INVENTARIOS	0.	0.	0.	4464.	5421.	6379.	6379.	6379.	6379.	6379.	6379.	6379.	6379.
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	27204.	44473.	61290.	72443.	90213.	107444.	124274.	141105.	157935.	174765.
ACTIVO FIJO	0.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.
TERRENO	0.	373.	373.	373.	373.	373.	373.	373.	373.	373.	373.	373.	373.
ED Y OB. CIVIL	0.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.	2182.
MAS Y EQUIPO	0.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.
TIKAS INVERSIVILES	0.	0.	0.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.
DEPRECIACION ACUM	0.	0.	0.	2287.	4494.	8741.	8986.	11234.	12681.	15375.	17022.	18469.	19933.
SUMA ACTIVO FIJO	0.	18555.	27424.	25177.	22930.	20683.	18436.	16190.	14743.	13296.	11849.	10402.	9355.
ACTIVO DIFERENCIAL	0.	3695.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.
GASTOS PREOPERATIVOS	0.	0.	0.	910.	1819.	2729.	3639.	4548.	5458.	6368.	7277.	8187.	9097.
AMORTIZACION ACUM	0.	0.	0.	8187.	7277.	6368.	5458.	4548.	3639.	2729.	1819.	910.	0.
SUMA ACTIVO DIFERENCIAL	0.	3695.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.
SUMA ACTIVO TOTAL	0.	22250.	36521.	60568.	74681.	88341.	96337.	110951.	125825.	140299.	154773.	169247.	183721.
PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	1353.	1643.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.
PROVEEDORES	0.	0.	0.	8096.	9755.	11434.	11434.	11434.	11434.	11434.	11434.	11434.	11434.
CREDITO COMERCIAL PLZO	0.	0.	0.	7678.	10767.	13905.	14293.	14747.	15083.	15083.	15083.	15083.	15083.
PAGO DE TRIBUT	0.	0.	0.	1463.	2051.	2649.	2723.	2809.	2873.	2873.	2873.	2873.	2873.
SUMA PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	88590.	24216.	29902.	30363.	30903.	31303.	31303.	31303.	31303.	31303.
PASIVO FIJO	0.	1800.	1800.	1412.	995.	516.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO EXTRANJERO	0.	12019.	17332.	14037.	10112.	5484.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NACIONAL	0.	13919.	19112.	15429.	11097.	6000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA PASIVO FIJO	0.	13919.	19112.	34019.	35313.	39902.	30363.	30903.	31303.	31303.	31303.	31303.	31303.
PASIVO TOTAL	0.	13919.	19112.	34019.	35313.	39902.	30363.	30903.	31303.	31303.	31303.	31303.	31303.
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.
RESERVAS DE CAPITAL	0.	0.	0.	0.	1371.	3294.	5777.	8329.	10963.	13696.	16349.	19043.	21736.
SUMA DE CAP Y RES	0.	8331.	17408.	17408.	18779.	20702.	23185.	25739.	28371.	31064.	33753.	36451.	39144.
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	9141.	12818.	16594.	17016.	17596.	17956.	17956.	17956.	17956.	17956.
UT ACUM. DE ANTERIOR	0.	0.	0.	0.	7770.	15183.	27773.	38754.	48195.	59975.	71756.	85537.	93313.
SUMA DE UTILIDADES	0.	0.	0.	9141.	12818.	16594.	17016.	17596.	17956.	17956.	17956.	17956.	17956.
CAPITAL CONTABLE	0.	8331.	17408.	26549.	39367.	52439.	65973.	80047.	94521.	108995.	123469.	137943.	152417.
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	0.	22250.	36521.	60568.	74681.	88341.	96337.	110951.	125825.	140299.	154773.	169247.	183721.

PROYECTO FOSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 4

	ANOS	PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	9141.	12818.	16554.	17016.	17556.	17956.	17956.	17956.	17956.
DEPRE Y AMORT	0.	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.	2357.
GASTOS FINANCIEROS (50%)	0.	0.	0.	2536.	2369.	2143.	1681.	1141.	1141.	1141.	1141.	1141.
VALOR DE RECUPERACION												
TERRENO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7300.
EDIF Y OBR CIVIL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	435.
MASINARIA Y EQUIPO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3040.
MOSIL Y EQ DE OFICINAS												
EQ TRANSP, EJ. LASS, ETC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	920.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	0.	14833.	18343.	21854.	21854.	21854.	21454.	21454.	21454.
FLUJO POSITIVO		44263.										
ACTIVO FIJO	0.	18555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DEFERIDO	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	1619.	1951.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	13697.
FLUJO NEGATIVO	0.	22250.	14271.	1619.	1951.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	2283.	13697.
FLUJO NETO	0.	-22250.	-14271.	13214.	16392.	19571.	19571.	19571.	19171.	19171.	19171.	30565.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 36.90%

PERIODO DE RECUPERACION 2.71ANOS

BLOQUE 4

PRECIO DE VENTA \$ 7.66 / Kg

PROYECTO FOSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 1

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
VENTAS TOTALES	48258.	58599.	68940.	68940.	68940.	68940.	68940.	68940.	68940.	68940.
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	22363.	27155.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.
MATERIAS PRIMAS	18247.	19728.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.
SERVICIOS	2717.	3299.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.
SUMINISTROS DE OPERACION	336.	408.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.
ENVASE Y EMPAQUE	592.	719.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.
FLITES Y ACARREOS	630.	765.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.
COMISIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
REGALIAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	1841.	2236.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.
MARGEN	25895.	31444.	36993.	36993.	36993.	36993.	36993.	36993.	36993.	36993.
COSTOS Y GASTOS FIJOS	9409.	9409.	9409.	9409.	9409.	8509.	8509.	8509.	8509.	8509.
MANO DE OBRA DIR OPERACION	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.
SUPERVISION DE OPERACION	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.
MATERIALES MANTENIMIENTO	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.
SERVICIOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LABORATORIC	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.
DEPRECIACION	2247.	2247.	2247.	2247.	2247.	1447.	1447.	1447.	1447.	1447.
AMORTIZACION	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.	910.
SEGUROS	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.
INSTRUMENTOS DE PLANTA	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.
ADMINISTRACION	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.
VENTAS	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.
IMPUESTOS LOCALES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	16486.	22035.	27584.	27584.	27584.	28364.	28364.	28364.	28364.	28364.
GASTOS FINANCIEROS	4871.	4495.	4000.	3077.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.
INT FIN EXTRANJERO	249.	194.	133.	55.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN NACIONAL	3203.	2593.	1877.	1015.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN COSTO PLAZO	1419.	1708.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.
UTILIDAD GRAYABLE	11615.	17541.	23584.	24507.	25587.	26387.	26387.	26387.	26387.	26367.
I-S-R.	4878.	7367.	9905.	10293.	10747.	11083.	11083.	11083.	11083.	11083.
REPARTO DE UTILIDADES	929.	1403.	1887.	1961.	2047.	2111.	2111.	2111.	2111.	2111.
UTILIDAD NETA	5808.	8770.	11792.	12254.	12794.	13194.	13194.	13194.	13194.	13194.

PROYECTO FOSFALIN.

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 2

	ANOS PREPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
ORIGENES											
UTILIDAD GRAVABLE	0.	0.	11615.	17541.	23584.	24507.	25537.	26387.	26387.	26387.	26387.
DEPREY AMORT	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.	2357.
CREDITO EXTRANJERO	0.	1900.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL L.P.	0.	12119.	5194.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL C.P.	0.	0.	7094.	8539.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	9077.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL DE ORIGENES	0.	22250.	14271.	21866.	29236.	36724.	37648.	38728.	38728.	38728.	38728.
APLICACIONES											
ACTIVO FIJO TOTAL	0.	18555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO TOTAL	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	7094.	1449.	1449.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED EXT	0.	0.	0.	388.	427.	469.	516.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED NAL	0.	0.	0.	3296.	3905.	4628.	5454.	0.	0.	0.	0.
AMORT CRED NAL C.P.	0.	0.	0.	0.	7094.	8539.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.
DIVIDENDOS	0.	0.	0.	0.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.	3482.
PAGO DE ISR	0.	0.	0.	0.	4878.	7387.	9905.	10293.	10747.	11053.	11053.
PAGO DE RUT	0.	0.	0.	0.	929.	1403.	1887.	1961.	2047.	2111.	2111.
TOTAL DE APLICACIONES	0.	22250.	14271.	10773.	18678.	27333.	31257.	25719.	26559.	26659.	26659.
SOERANTE DE EFECTIVO	0.	0.	0.	11088.	10558.	9392.	6390.	13009.	12469.	12069.	12069.
EFECTIVO ACUMULADO	0.	0.	0.	11088.	21646.	31038.	37428.	50437.	62905.	74974.	87043.

PROYECTO FCSFALIM

BALANCES PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANOS PREOPERACION		ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	
<b>ACTIVO</b>													
<b>ACTIVO CIRCULANTE</b>													
CAJA Y BANCOS	0.	0.	0.	11088.	21646.	31058.	37428.	50437.	62905.	74974.	87043.	99111.	111133.
CAJA CAP DE TRAS	0.	0.	0.	393.	402.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.
CARTERA CLIENTES	0.	0.	0.	4020.	4891.	5743.	5743.	5743.	5743.	5743.	5743.	5743.	5743.
INVENTARIOS	0.	0.	0.	4035.	4899.	5764.	5764.	5764.	5764.	5764.	5764.	5764.	5764.
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	19536.	31828.	42955.	49345.	62554.	74822.	88691.	98999.	111028.	123037.
<b>ACTIVO FIJO</b>													
TERRENO	0.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.
ED Y OB CIVIL	0.	373.	621.	821.	821.	821.	821.	821.	821.	821.	821.	821.	821.
PAQ Y EQUIPO	0.	11182.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.	15262.
OTRAS INVERSIONES	0.	0.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.	4600.
DEPRECIACION ACUM	0.	0.	0.	2247.	4494.	6741.	8988.	11234.	12681.	14128.	15575.	17022.	18469.
SUMA ACTIVO FIJO	0.	18559.	27424.	25177.	22950.	20683.	18436.	16190.	14743.	13296.	11847.	10402.	8955.
<b>ACTIVO DIFERIDO</b>													
GASTOS PREOPERATIVOS	0.	3695.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.	9097.
AMORTIZACION ACUM	0.	0.	0.	910.	1819.	2729.	3639.	4548.	5458.	6368.	7277.	8187.	9097.
SUMA ACTIVO DIFERIDO	0.	3695.	9097.	8187.	7277.	6368.	5458.	4548.	3639.	2729.	1819.	910.	-.
<b>ACTIVO TOTAL</b>	0.	22250.	36521.	52900.	62036.	70006.	73239.	83091.	93203.	102916.	112628.	122340.	132352.
<b>PASIVO</b>													
<b>PASIVO CIRCULANTE</b>													
PROVEEDORES	0.	0.	0.	1353.	1643.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.
CREDITO CORRG PLZO	0.	0.	0.	7094.	8339.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.	9984.
PAGO DE ISS	0.	0.	0.	4879.	7357.	9905.	10293.	10747.	11083.	11083.	11083.	11083.	11083.
PAGO DE RUT	0.	0.	0.	929.	1403.	1867.	1961.	2047.	2111.	2111.	2111.	2111.	2111.
SUMA PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	14259.	18935.	23709.	24711.	24711.	25111.	25111.	25111.	25111.	25111.
<b>PASIVO FIJO</b>													
CREDITO EXTRANJERO	0.	1800.	1800.	1412.	986.	516.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NACIONAL	0.	12119.	17312.	14017.	10152.	5454.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.
SUMA PASIVO FIJO	0.	13919.	19112.	15429.	11037.	6000.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.
<b>PASIVO TOTAL</b>	0.	13919.	19112.	29584.	30050.	29709.	24711.	24711.	25111.	25111.	25111.	25111.	25111.
<b>CAPITAL</b>													
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.
RESERVAS DE CAPITAL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA DE CAP Y RES	0.	8331.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.	17408.
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	5808.	8770.	11732.	12234.	12794.	13194.	13194.	13194.	13194.	13194.
UTI ACUM ANTERIOR	0.	0.	0.	0.	4937.	8910.	13551.	22395.	29779.	37511.	45244.	52977.	60717.
SUMA DE UTILIDADES	0.	0.	0.	5808.	13707.	20702.	27705.	33179.	42972.	50705.	58438.	66171.	73934.
CAPITAL CONTABLE	0.	8331.	17408.	23216.	31956.	40297.	49069.	58381.	68093.	77805.	87517.	97229.	106941.
<b>TOTAL PASIVO Y CAPITAL</b>	0.	22250.	36521.	52900.	62036.	70006.	73239.	83091.	93203.	102916.	112628.	122340.	132352.

PROYECTO FOSFALIN

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 4

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
UTILIDAD NETA	0.	0.	5808.	8770.	11792.	12254.	12794.	13194.	13194.	13194.	13194.
DEPRE Y AMORT	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.	2357.
GASTOS FINANCIEROS (50%)	0.	0.	2435.	2247.	2000.	1535.	998.	998.	998.	998.	998.
VALOR DE RECUPERACION											
TERRENO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7300.
EDIF Y OBRAS CIVIL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	435.
MACINARIA Y EQUIPO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3043.
MOBIL Y EQ DE OFICINAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
EQUIP TRANSP, ELEC, LABS, ETC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	920.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	11400.	14174.	16949.	16949.	16949.	16549.	16549.	16549.
FLUJO POSITIVO	37927.										
ACTIVO FIJO	0.	18555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO	0.	3695.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	1419.	1708.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.	11780.
FLUJO NEGATIVO	0.	22250.	14271.	1419.	1708.	1997.	1997.	1997.	1997.	1997.	11780.
FLUJO NETO	0.	-22250.	-14271.	9981.	12466.	14952.	14952.	14552.	14552.	14552.	23947.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 28.88%

PERIODO DE RECUPERACION 3.46ANOS

BLOQUE 5

PRECIO DE VENTA \$ 6.56 / Kg



PROYECTO FUSILIN

ESTADO DE RESULTADOS PERFORMA  
(MILES DE PSES)

REFERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

CUADRO 1

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
VENTAS TOTALES	41328.	5184.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	23242.	21155.	31347.	31347.	31347.	31347.	31347.	31347.	31347.	31347.
MATERIAS PRIMAS	16777.	13722.	21210.	21210.	21210.	21210.	21210.	21210.	21210.	21210.
SERVICIOS	3717.	1266.	4041.	4041.	4041.	4041.	4041.	4041.	4041.	4041.
COMISIONES DE OPERACION	2748.	468.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.
GASTOS DE PASAJE	0.	715.	825.	825.	825.	825.	825.	825.	825.	825.
FUELOS Y ALABRONS	0.	765.	911.	911.	911.	911.	911.	911.	911.	911.
GASTOS DE OTRAS OPERACIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GASTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	1841.	2236.	2631.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.
MARGEN	18086.	22229.	27693.	27693.	27693.	27693.	27693.	27693.	27693.	27693.
COSTOS Y GASTOS FIJOS	41328.	5184.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.	59440.
MATERIAS PRIMAS	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.
SERVICIOS	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.
COMISIONES DE OPERACION	41328.	41328.	41328.	41328.	41328.	41328.	41328.	41328.	41328.	41328.
GASTOS DE PASAJE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
FUELOS Y ALABRONS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GASTOS DE OTRAS OPERACIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GASTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	9556.	12629.	17684.	17684.	17684.	17684.	17684.	17684.	17684.	17684.
GASTOS FINANCIEROS	4685.	4245.	3711.	2785.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.
INTERES DE DEUDA	360.	1945.	1335.	1055.	600.	600.	600.	600.	600.	600.
GASTOS DE EMISION DE DEUDA	1025.	2300.	1976.	1730.	1108.	1108.	1108.	1108.	1108.	1108.
GASTOS DE OTRAS OPERACIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	4871.	8384.	13973.	14899.	15976.	15976.	15976.	15976.	15976.	15976.
IMPUESTO DE UTILIDADES	2453.	3046.	5005.	6255.	6711.	7466.	7466.	7466.	7466.	7466.
GASTOS	361.	750.	1118.	1182.	1278.	1342.	1342.	1342.	1342.	1342.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD NETA	2418.	4638.	5968.	7444.	7965.	8234.	8234.	8234.	8234.	8234.

PROYECTO FCSFALTM

REFERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILPS DE PESOS)

CUADRO 2

	ANOS PREPARACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
ORIGENES											
UTILIDAD PRIVADA	0.	0.	4897.	9371.	13673.	14826.	15978.	16776.	16776.	16776.	16776.
IMPORTE EXPORT	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	2357.	2357.	2357.	2357.
IMPORTE EXTRANJERO	0.	1807.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO MNL L.A.P.	0.	1211.	5154.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO MNL C.A.P.	0.	0.	6084.	7317.	8540.	8540.	8540.	8540.	8540.	8540.	8540.
CAPITAL SOCIAL	0.	8331.	9077.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL DE ORIGENES	0.	22250.	14271.	14128.	15839.	25669.	26502.	27672.	27672.	27672.	27672.
APLICACIONES											
ACTIVO FIJO TOTAL	0.	12555.	8869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DISPONIBLE TOTAL	0.	3699.	5402.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	5084.	1227.	1227.	0.	0.	0.	0.	0.
APLICACION CREDITO INT	0.	0.	0.	389.	427.	469.	516.	0.	0.	0.	0.
APLICACION CREDITO EXL	0.	0.	0.	3296.	3005.	4627.	5884.	0.	0.	0.	0.
IMPORTE CREDITO MNL C.A.P.	0.	0.	0.	0.	8084.	7317.	8540.	8540.	8540.	8540.	8540.
IMPORTE CREDITO MNL L.A.P.	0.	0.	0.	0.	0.	3462.	3462.	3462.	3462.	3462.	3462.
IMPORTE CREDITO EXL	0.	0.	0.	0.	2153.	3965.	5868.	6256.	6716.	7046.	7046.
IMPORTE CREDITO INT	0.	0.	0.	391.	759.	1119.	1192.	1279.	1342.	1342.	1342.
TOTAL DE APLICACIONES	0.	22250.	14271.	9767.	14037.	21864.	25008.	19469.	20409.	20409.	20409.
DEMANDA DE EFECTIVO	0.	0.	0.	4361.	5732.	3865.	1585.	8203.	7663.	7263.	7263.
EFFECTIVO ALMOULADO	0.	0.	0.	4361.	10113.	13978.	15563.	23766.	31429.	38952.	45955.

PROYECTO FLSF-LIM

BALANZAS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CLICRO 3

	ANOS PREDEFINICION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10		
ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	4361.	10113.	12978.	15563.	23766.	31429.	36692.	45955.	53218.	60461.
Caja y Bancos	0.	0.	0.	793.	403.	474.	418.	413.	410.	410.	410.	410.	410.
Caja de Clientes	0.	0.	0.	3143.	418.	418.	418.	418.	418.	418.	418.	418.	418.
Activos Fijos	0.	0.	0.	3601.	4373.	5145.	5145.	5145.	5145.	5145.	5145.	5145.	5145.
SUM PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	11798.	19063.	24451.	26036.	34239.	41502.	45165.	56428.	63691.	70954.
ACTIVO FIJO	0.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.	7000.
Equipos	0.	373.	521.	521.	521.	521.	521.	521.	521.	521.	521.	521.	521.
Depreciación Acum.	0.	11182.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.	15202.
SUM PASIVO FIJO	0.	18555.	27424.	25177.	22930.	20663.	18436.	16190.	14743.	12896.	11849.	10402.	8955.
ACTIVO DIFERENCIAL	0.	3695.	907.	907.	907.	907.	907.	907.	907.	907.	907.	907.	907.
Capital de Trabajo	0.	0.	0.	910.	1819.	2728.	3637.	4546.	5455.	6364.	7273.	8182.	9091.
SUM PASIVO DIFERENCIAL	0.	3695.	907.	910.	1819.	2728.	3637.	4546.	5455.	6364.	7273.	8182.	9091.
ACTIVO TOTAL	0.	22250.	36521.	45162.	49275.	51502.	49930.	54976.	60283.	65169.	70096.	75002.	79909.
PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	1353.	1643.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.
Provisiones	0.	0.	0.	820.	956.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.
Reserva de Imp.	0.	0.	0.	391.	750.	1118.	1182.	1277.	1340.	1382.	1382.	1382.	1382.
SUM PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	983.	1249.	1749.	1792.	1861.	1861.	1861.	1861.	1861.	1861.
PASIVO FIJO	0.	18555.	18555.	1412.	936.	516.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
Capital de Trabajo	0.	18111.	17312.	14017.	11112.	8404.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUM PASIVO FIJO	0.	18555.	18555.	15529.	11997.	6000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PASIVO TOTAL	0.	18555.	19112.	25310.	24732.	23467.	17921.	18661.	18661.	18661.	18661.	18661.	18661.
CAPITAL SOCIAL	0.	8319.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.	17402.
Reservas de Capital	0.	0.	0.	0.	367.	1069.	2117.	2931.	4423.	6065.	8048.	10267.	12855.
SUM DE CAPITAL Y RES.	0.	8319.	17402.	17402.	17769.	18471.	19519.	20333.	21825.	23467.	25310.	27409.	29907.
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	2444.	4686.	6926.	7246.	7988.	8568.	9091.	9655.	10267.	10919.
UTILIDAD ANT. RINA	0.	0.	0.	0.	2077.	2978.	5035.	7884.	11157.	14641.	18439.	22137.	25726.
SUM DE UTILIDADES	0.	0.	0.	2444.	6763.	9904.	12283.	15762.	19904.	24280.	28877.	33555.	38171.
CAPITAL CONTABLE	0.	8319.	17402.	18846.	24231.	30375.	32699.	36511.	41629.	48125.	56185.	65111.	75099.
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	0.	22250.	36521.	45162.	49275.	51502.	49930.	54976.	60283.	65169.	70096.	75002.	79909.

PROYECTO ESPECIAL

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(CMTES DE PEROS)

PLACRO 4

	ANOS	PROF.	RECUP.	ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6	ANNO 7	ANNO 8	ANNO 9	ANNO 10
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	2444.	4686.	6966.	7448.	7966.	8388.	8888.	9388.	9888.	10388.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.	3157.
VALOR DE RECUPERACION	0.	0.	0.	2334.	2334.	2334.	2334.	2334.	2334.	2334.	2334.	2334.	2334.
INVERSION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO FIJO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO TOTAL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO NETO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
FLUJO POSITIVO	31533.												
ACTIVO FIJO	0.	19555.	3869.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO CIRCULANTE	0.	3655.	542.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	1217.	1462.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	10248.
FLUJO NEGATIVO	0.	22250.	14271.	1217.	1462.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	1708.	10248.
FLUJO NETO	0.	-22250.	-14271.	6718.	8504.	10291.	10291.	10291.	9891.	9891.	9891.	9891.	21286.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 19.62%

PERIODO DE RECUPERACION 5.10 ANOS

**CAPITULO X**

**ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO**

## ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

La evaluación financiera del proyecto se desarrolló con siderando la inversión en activo fijo, como constante a través de todos y cada uno de los precios de venta analizados.

Con toda oportunidad se mencionó que para fines prácticos, la estimación de la inversión en activo fijo se basó en el método de Chilton, ya que éste resultaba ser el más recomendable para la estimación de orden de magnitud que nos ocu naba.

La confiabilidad de dicho método, ha probado estar comprendida entre un 40 - 45% y dado que la bondad del proyecto para el activo fijo calculado quedó plenamente demostrada, nos pareció conveniente e interesante el dedicar una sección especial para un breve análisis de sensibilidad, que nos per mitiera apreciar el efecto de la variación del activo fijo sobre el comportamiento económico del proyecto.

Las premisas bajo las cuales se elaboraron los análisis siguientes fueron:

- 1) Se consideró un solo precio de venta, correspondiente al 80% del precio actual de importación = 8.75 \$/Kg .
- 2) Se consideraron variaciones en el activo fijo de 10, 20 y 30% sobre el valor calculado en el estudio inicial.
- 3) Se presentan el mismo tipo de tablas que en el capítulo anterior, es decir, estado de resulta dos, balance proforma, origen y aplicación de recursos y tasa interna de retorno.







PROYECTO FCSALIP

BALANZAS PROGRAMAS  
(MILES DE PECS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANC	FREC	PERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	-0.	30253.	54627.	75566.	99377.	126440.	152924.	178961.	204999.	231034.	257071.
ACTIVO DE TRABAJO	0.	0.	0.	3933.	64003.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	57200.	64003.	6179.	6179.	6179.	6179.	6179.	6179.	6179.	6179.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	5135.	64003.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	41687.	68416.	95769.	115600.	142631.	169107.	195144.	221181.	247217.	273254.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.	7700.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	410.	683.	683.	683.	683.	683.	683.	683.	683.	683.	683.	683.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	12100.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.	167220.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.	30600.
SUMA ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	20410.	20166.	27594.	25220.	22750.	20280.	17809.	16217.	14625.	11034.	11442.	7700.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	4066.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.	10006.
ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	10006.	20006.	20006.	20006.	20006.	20006.	20006.	20006.	20006.	20006.
SUMA ACTIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	4066.	10006.	9006.	8006.	7006.	6006.	5006.	4006.	3006.	2006.	1006.	0.
ACTIVO TOTAL	0.	24474.	40172.	78387.	101664.	125525.	141843.	165442.	189326.	212771.	236215.	259660.	283105.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	10353.	16465.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	10353.	16465.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	20990.	17350.	22143.	22143.	22143.	22143.	22143.	22143.	22143.	22143.
SUMA PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	20990.	34116.	41516.	42423.	43017.	43457.	43457.	43457.	43457.	43457.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	1980.	1980.	1551.	1024.	568.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	1310.	810.	1310.	1310.	6.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	1310.	2100.	4692.	4692.	4692.	42423.	42017.	43457.	43457.	43457.	43457.	43457.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	9164.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.	19149.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	0.	2312.	5394.	9254.	12194.	17215.	21366.	25397.	29468.	33579.
SUMA PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	9164.	19149.	19149.	21461.	26854.	36043.	48247.	62314.	76479.	90645.	104813.	118972.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	15416.	13104.	7778.	4477.	6128.	8231.	10158.	12085.	14012.	15946.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	0.	0.	15416.	4455.	2847.	7101.	9008.	10950.	12885.	14820.	16766.	18619.
PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	9164.	19149.	19149.	21461.	26854.	36043.	48247.	62314.	76479.	90645.	104813.	118972.
TOTAL PASIVO DE TRABAJO DE TRABAJO	0.	24474.	40172.	78387.	101664.	125525.	141843.	165442.	189326.	212771.	236215.	259660.	283105.

FFCYECIC FCSFALIT

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 4

	ANOS	PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
UTILIDAD NETA	C.	C.	15416.	20542.	25732.	26240.	26834.	27274.	27274.	27274.	27274.	27274.
IMPORTE Y ANEXO	C.	0.	3472.	3472.	3472.	3472.	3472.	2592.	2592.	2592.	2592.	2592.
COSTOS FINANCIEROS (ESC2)	C.	0.	2407.	2749.	2527.	2419.	1425.	1425.	1425.	1425.	1425.	1425.
VALOR DE RECLAFACION	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7700.
TICNO	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	478.
EDIFICIO Y OBRAS CIVIL	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3344.
MAQUINARIA Y EQUIPO	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VEHICULOS Y EQUIPO DE SERVICIOS	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
EQUIPO DE SERVICIOS	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	C.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1917.
	C.	0.	0.	21795.	26763.	31731.	31731.	31731.	31291.	31291.	31291.	31291.
FLUJO POSITIVO		58076.										
ACTIVO FIJO	C.	20410.	9756.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO CIRCULANTE	C.	4065.	5942.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	C.	0.	0.	2016.	2433.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	17100.
FLUJO NEGATIVO	C.	24474.	15698.	2016.	2433.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	17100.
FLUJO NETO	C.	-24474.	-15698.	19779.	24330.	28882.	28882.	28882.	28442.	28442.	28442.	40976.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 47.241

PERIODO DE RECLAFACION 2.12ANOS

PROYECTO FOSFALIN

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 1

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
VENTAS TOTALES	66733.	83462.	98190.	98190.	98190.	98190.	98190.	98190.	98190.	98190.
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	22363.	27155.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.	31947.
MATERIAS PRIMAS	16247.	19728.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.	23210.
SERVICIOS	2717.	3299.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.	3881.
SUMINISTROS DE OPERACION	336.	408.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.	480.
ENVASE Y EMPAQUE	592.	719.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.	846.
FLETES Y ACARREOS	630.	765.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.	900.
COMISIONES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
REGALIAS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	1841.	2236.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.	2630.
MARGEN	46370.	56306.	66243.	66243.	66243.	66243.	66243.	66243.	66243.	66243.
COSTOS Y GASTOS FIJOS	10040.	10040.	10040.	10040.	10040.	9080.	9080.	9080.	9080.	9080.
MANO DE OBRA DIR OPERACION	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.	1647.
SUPERVISION DE OPERACION	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.	360.
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.	400.
MATERIALES MANTENIMIENTO	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.	892.
SERVICIOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LABORATORIO	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.	640.
DEPRECIACION	2696.	2696.	2696.	2696.	2696.	1736.	1736.	1736.	1736.	1736.
AMORTIZACION	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.	1092.
SEGURAS	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.	323.
INDIRECTOS DE PLANTA	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.	240.
ADMINISTRACION	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.	1150.
VENTAS	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.	600.
IMPUESTOS LOCALES	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
OTROS	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD DE OPERACION	36330.	46266.	56203.	56203.	56203.	57163.	57163.	57163.	57163.	57163.
COSTOS FINANCIEROS	6159.	5777.	5254.	4146.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.
INT FIN EXTRANJERO	299.	233.	159.	79.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN NACIONAL	3843.	3112.	2245.	1217.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
INT FIN CORTO PLAZO	2018.	2433.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.	2850.
UTILIDAD GRAVABLE	38171.	40489.	50949.	52057.	53353.	54313.	54313.	54313.	54313.	54313.
I.S.R.	12672.	17005.	21399.	21864.	22408.	22811.	22811.	22811.	22811.	22811.
SEPARTO DE UTILIDADES	2414.	3239.	4076.	4165.	4268.	4345.	4345.	4345.	4345.	4345.
UTILIDAD NETA	15086.	20245.	25474.	26028.	26676.	27156.	27156.	27156.	27156.	27156.

PROYECTO FOSFALIM

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 2

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
<b>ORIGENES</b>											
LITILIDAD GRAVABLE	0.	0.	30171.	40689.	50949.	52057.	53353.	54313.	54313.	54313.	54313.
DEPREC Y AMORT	0.	0.	3788.	3788.	3788.	3788.	3788.	2828.	2828.	2828.	2828.
CREDITO EXTRANJERO	0.	2160.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL L.P.	0.	14543.	8232.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NAL C.P.	0.	0.	10081.	12165.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.
CAPITAL SOCIAL	0.	9997.	10893.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
<b>TOTAL DE ORIGENES</b>	<b>0.</b>	<b>26700.</b>	<b>17125.</b>	<b>46040.</b>	<b>56442.</b>	<b>68986.</b>	<b>70095.</b>	<b>71390.</b>	<b>71390.</b>	<b>71390.</b>	<b>71390.</b>
<b>APLICACIONES</b>											
ACTIVO FIJO TOTAL	0.	22266.	6643.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ACTIVO DIFERIDO TOTAL	0.	4434.	6482.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAPITAL DE TRABAJO	0.	0.	0.	10081.	2085.	2085.	0.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED EXT	0.	0.	0.	465.	512.	563.	619.	0.	0.	0.	0.
AMORTIZACION CRED NAL	0.	0.	0.	3955.	4686.	5553.	6581.	0.	0.	0.	0.
AMORT CRED NAL C.P.	0.	0.	0.	10081.	12165.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.
DIVIDENDOS	0.	0.	0.	0.	4178.	4178.	4178.	4178.	4178.	4178.	4178.
PAGO DE ISR	0.	0.	0.	0.	12672.	17005.	21399.	21866.	22408.	22811.	22811.
PAGO DE RUT	0.	0.	0.	0.	2414.	3239.	4076.	4165.	4268.	4345.	4345.
<b>TOTAL DE APLICACIONES</b>	<b>0.</b>	<b>26700.</b>	<b>17125.</b>	<b>14501.</b>	<b>32449.</b>	<b>44789.</b>	<b>51102.</b>	<b>44456.</b>	<b>45106.</b>	<b>45584.</b>	<b>45584.</b>
<b>SOBRANTE DE EFECTIVO</b>	<b>0.</b>	<b>0.</b>	<b>-0.</b>	<b>29539.</b>	<b>23993.</b>	<b>24198.</b>	<b>18992.</b>	<b>26934.</b>	<b>26286.</b>	<b>25806.</b>	<b>25806.</b>
<b>EFECTIVO ACUMULADO</b>	<b>0.</b>	<b>0.</b>	<b>-0.</b>	<b>29539.</b>	<b>53532.</b>	<b>77730.</b>	<b>96722.</b>	<b>123656.</b>	<b>149943.</b>	<b>175749.</b>	<b>201556.</b>

PROYECTO FOSFALIM

BALANCES PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10		
<b>ACTIVO</b>													
ACTIVO CIRCULANTE													
CAJA Y BANCOS	0.	0.	-0.	29539.	53532.	77730.	96722.	123656.	149943.	175749.	201556.	227362.	253153.
CAJA CAP DE TRAB	0.	0.	0.	393.	402.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.	410.
CARTERA CLIENTES	0.	0.	0.	5725.	6952.	8179.	8179.	8179.	8179.	8179.	8179.	8179.	8179.
INVENTARIOS	0.	0.	0.	5315.	6455.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.	7594.
SUMA ACTIVO CIRCULANTE	0.	0.	-0.	40973.	67341.	93913.	112905.	139840.	166126.	191932.	217739.	243545.	259331.
ACTIVO FIJO													
TERRENO	0.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.	8400.
ED Y OB CIVIL	0.	447.	745.	745.	745.	745.	745.	745.	745.	745.	745.	745.	745.
MAS Y EQUIPO	0.	13410.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.	18243.
OTRAS INVERSIONES	0.	0.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.	5520.
DEPRECIACION ACUM	0.	0.	0.	2696.	5393.	8089.	10785.	13482.	15218.	16954.	18690.	20427.	22163.
SUMA ACTIVO FIJO	0.	22266.	32909.	30213.	27516.	24820.	22124.	19427.	17691.	15955.	14219.	12482.	10745.
ACTIVO DIFERIDO													
GASTOS PREOPERATIVOS	0.	4434.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.	10916.
AMORTIZACION ACUM	0.	0.	0.	1092.	2133.	3275.	4366.	5458.	6550.	7641.	8733.	9824.	10915.
SUMA ACTIVO DIFERIDO	0.	4434.	10916.	9824.	8733.	7641.	6550.	5458.	4366.	3275.	2183.	1092.	0.
ACTIVO TOTAL	0.	26700.	43825.	81010.	103590.	126374.	141579.	164725.	188183.	211162.	234140.	257119.	290997.
<b>PASIVO</b>													
PASIVO CIRCULANTE													
PROVEEDORES	0.	0.	0.	1353.	1643.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.	1933.
CREDITO CONTO PLZO	0.	0.	0.	10081.	12165.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.	14250.
PAGO DE ISR	0.	0.	0.	12672.	17005.	21399.	21364.	22408.	22811.	22811.	22811.	22811.	22811.
PAGO DE RUI	0.	0.	0.	2414.	3239.	4076.	4165.	4268.	4345.	4345.	4345.	4345.	4345.
SUMA PASIVO CIRCULANTE	0.	0.	0.	26520.	34053.	41650.	42212.	42859.	43339.	43339.	43339.	43339.	43339.
PASIVO FIJO													
CREDITO EXTRANJERO	0.	2160.	2160.	1695.	1183.	619.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CREDITO NACIONAL	0.	14543.	20775.	16820.	12134.	6581.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SUMA PASIVO FIJO	0.	16703.	22935.	18515.	13317.	7208.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PASIVO TOTAL	0.	16703.	22935.	45034.	47370.	48858.	42212.	42859.	43339.	43339.	43339.	43339.	43339.
<b>CAPITAL</b>													
CAPITAL SOCIAL	0.	9997.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.	20890.
RESERVAS DE CAPITAL	0.	0.	0.	0.	2263.	5308.	9121.	13025.	17026.	21100.	25173.	29247.	33523.
SUMA DE CAP Y RES	0.	9997.	20890.	20890.	23153.	26198.	30011.	33916.	37916.	41990.	46063.	50137.	54213.
UTILIDAD NETA	0.	0.	0.	15086.	20245.	25474.	26028.	26676.	27156.	27156.	27156.	27156.	27156.
LT ACUM EJ ANTERIOR	0.	0.	0.	0.	12823.	25853.	43328.	61274.	79771.	98676.	117581.	136486.	155391.
SUMA DE UTILIDADES	0.	0.	0.	15086.	33067.	51327.	69356.	87951.	106928.	125833.	144737.	163642.	182547.
CAPITAL CONTABLE	0.	9997.	20890.	35976.	56220.	77517.	99367.	121865.	144844.	167822.	190801.	213779.	236753.
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	0.	26700.	43825.	81010.	103590.	126374.	141579.	164725.	188183.	211162.	234140.	257119.	290997.





PROYECTO FOSFALIN

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 2

	ANOS PREOPERACION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
CPIGENES											
UTILIDAD GRAVABLE	0	0	0	29511	39995	50413	51633	53037	54077	54077	54077
IMPORTE EXPORT	0	0	0	4104	4104	4104	4104	4104	4104	4104	4104
PROFITO EXPANJERO	0	2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CREDITO FISCAL L.P.	0	15754	6752	0	0	0	0	0	0	0	0
CREDITO FISCAL C.P.	0	0	0	10081	1216	0	14250	14250	14250	14250	14250
CAPITAL SOCIAL	0	10830	11800	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE ORIGENES	0	26925	12552	43695	56163	68786	69987	71390	71390	71390	71390
APLICACIONES											
ACTIVOS FIJOS TOTAL	0	24121	11580	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVOS DIFERIDOS TOTAL	0	4304	7922	0	0	0	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO	0	0	0	10081	2085	2085	0	0	0	0	0
APLICACION CREDITO EXT	0	0	0	504	555	610	671	0	0	0	0
APLICACION CREDITO FISCAL	0	0	0	4264	5077	6016	7129	0	0	0	0
AMORTIZACION CAPITAL C.P.	0	0	0	14001	0	12155	14250	14250	14250	14250	14250
DIVIDENDOS	0	0	0	0	4526	4526	4526	4526	4526	4526	4526
PAGO DE IMP	0	0	0	0	12394	19756	21182	21686	22275	22712	22712
PAGO DE INT	0	0	0	0	2361	1192	4035	4131	4243	4326	4326
TOTAL DE APLICACIONES	0	28925	12552	14869	32552	45349	51792	44592	45294	45814	45814
SOLANTE DE EFECTIVO	0	0	0	28826	23612	23437	18194	26798	26096	25576	25576
EFECTIVO ACUMULADO	0	0	0	28826	52437	75874	94068	120866	146962	172538	198114



PROYECTO FOSFALIM

BALANZES PROFORMA  
(MILES DE PESOS)

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES  
CUADRO 3

	ANOS PREPARACION		ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	
ACTIVO CIRCULANTE													
CASH	0	0	0	28826	52437	75874	94068	120866	146962	172538	198114	225690	249255
RECEIBOS POR VENDER	0	0	0	393	402	410	410	410	410	410	410	410	410
RECEIBOS POR PAGAR	0	0	0	5725	6952	8179	8179	8179	8179	8179	8179	8179	8179
RECEIBOS POR PAGAR	0	0	0	315	8455	7594	7594	7594	7594	7594	7594	7594	7594
RECEIBOS POR PAGAR	0	0	0	40260	66246	92057	110251	137049	163149	189721	216297	239873	265453
RECEIBOS POR PAGAR	0	5100	9100	9100	9100	9100	9100	9100	9100	9100	9100	9100	9100
RECEIBOS POR PAGAR	0	254	307	307	307	307	307	307	307	307	307	307	307
RECEIBOS POR PAGAR	0	1436	19763	19763	19763	19763	19763	19763	19763	19763	19763	19763	19763
RECEIBOS POR PAGAR	0	5980	5980	5980	5980	5980	5980	5980	5980	5980	5980	5980	5980
RECEIBOS POR PAGAR	0	0	2921	5842	8763	11684	14605	16486	18367	20248	22129	24010	26010
RECEIBOS POR PAGAR	0	24121	35651	32730	29809	26886	23967	21046	19165	17284	15403	13522	11541
RECEIBOS POR PAGAR	0	484	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826
RECEIBOS POR PAGAR	0	0	11826	23652	35478	47304	59130	70956	82782	94608	106434	118260	118260
RECEIBOS POR PAGAR	0	4804	11826	10432	460	82782	7095	5913	4730	3548	2365	1183	1183
RECEIBOS POR PAGAR	0	2925	47477	83633	105515	127223	141314	164008	187041	209553	232066	254578	277091
PASIVO CIRCULANTE													
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	1353	1643	1933	1933	1933	1933	1933	1933	1933	1933
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	10081	12155	14250	14250	14250	14250	14250	14250	14250	14250
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	1239	1676	2132	2132	2132	2132	2132	2132	2132	2132
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	2381	3199	4035	4131	4243	4326	4326	4326	4326	4326
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	26189	3756	41408	42000	42702	43222	43222	43222	43222	43222
DEUDA POR PAGAR	0	2340	2340	1836	1281	871	0	0	0	0	0	0	0
DEUDA POR PAGAR	0	1574	22906	18222	1145	7129	0	0	0	0	0	0	0
DEUDA POR PAGAR	0	1594	24846	20058	14426	7800	0	0	0	0	0	0	0
DEUDA POR PAGAR	0	1094	24846	46247	48182	49200	42000	42702	43222	43222	43222	43222	43222
DEUDA POR PAGAR	0	10830	22631	22631	22631	22631	22631	22631	22631	22631	22631	22631	22631
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	2213	5205	9988	12860	16535	20994	24950	29305	33351	35351
DEUDA POR PAGAR	0	10830	22631	14795	19747	25216	29849	34491	39133	43775	48417	53059	55351
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	0	12542	24971	41879	59297	77312	95768	114225	132682	151139
DEUDA POR PAGAR	0	0	0	14753	32469	50359	67696	85816	104350	122807	141264	159721	173177
DEUDA POR PAGAR	0	10830	22631	37365	57313	78223	99314	121077	143113	166312	188844	211397	233854
DEUDA POR PAGAR	0	2925	47477	83633	105515	127223	141314	164008	187041	209553	232066	254578	277091

PROYECTO FOSFALIN

GERENCIA DE PROYECTOS ESPECIALES

TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION  
(MILES DE PESOS)

CUADRO 4

	AÑOS PREPERACION		ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
UTILIDAD NETA	0	0	14755	19947	25216	25817	26519	27039	27039	27039	27039	27039
DEPREY AMORT	0	0	4104	4104	4104	4104	4104	3084	3084	3084	3084	3084
GASTOS FINANCIEROS (50%)	0	0	3252	3029	2727	2127	1425	1425	1425	1425	1425	1425
VALOR DE RECUPERACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAF Y OBR CIVIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9100
INSTALACION Y EQUIPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3933
VEHIC Y EQ DE OFICINAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1136
EXP TRASPUEC LABS, ETC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31527
CAPITAL DE TRABAJO	0	0	0	22111	27079	32047	32047	32047	31527	31527	31527	31527
FLLJO POSITIVO		50590										
ACTIVO FIJO	0	24121	11530	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVO DIFERENC	0	4864	7622	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO	0	0	0	2016	2433	2850	2850	2850	2850	2850	2850	17100
FLLJO NEGATIVO	0	26925	18552	2016	2433	2850	2850	2850	2850	2850	2850	17100
FLLJO NETO	0	26925	18552	20095	24646	29197	29197	29197	28677	28677	28677	43491

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) 41.662

PERIODO DE RECUPERACION 2.46AÑOS

CAPITULO XI

CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES.

1.- De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación económica del proyecto, se puede concluir que la competitividad del producto, es bastante aceptable.

2.- Con el objeto de que nuestro producto comience a ganar penetración en el mercado, consideramos que nuestro precio de venta debe ser menor al del producto de importación. Creemos que un 80% de éste valor es un buen punto de partida y su efecto sobre los estados proforma y análisis de retorno se puede apreciar en las tablas.

3.- Los altos márgenes de utilidad obtenidos sugieren la posibilidad de contar en un momento dado con suficientes recursos económicos para futuras expansiones.

4.- El diseño de la planta cuenta con suficiente flexibilidad para la diversificación de productos, lo cual resulta una medida o recurso estratégico que nos permitirá seguir dentro del mercado y mantener nuestros márgenes aún cuando existan o se generen competidores nacionales. Es decir, ante la pérdida de participación por la intervención de algún competidor podríamos diversificar la producción a otros fosfatos de calcio como el MCP y TCP, de los cuales sabemos existe un mercado atractivo.

5.- En el aspecto de origen de suministro de la roca fosfórica, hemos supuesto que ésta provenga de la zona seleccionada y hemos sugerido la explotación de dicho yacimiento como un aprovechamiento de un recurso que hasta el momento no se ha utilizado comercialmente. En todo caso, el proceso cuenta con la suficiente flexibilidad para utilizar roca fosfórica de algún otro origen, siempre y cuando se considere que el contenido de F y As deben mantenerse dentro de los márgenes establecidos. Si éste último no fuera

posible, propondríamos la inclusión de una planta para purificación de ácido fosfórico, con lo que el problema de altos contenidos de impurezas quedaría eliminado.

6.- Consideramos que el estudio desarrollado, ha cumplido, en cuanto a que nos ha provisto de los elementos necesarios para recomendar ó desacreditar una inversión, objetivo fundamental de toda evaluación técnico-económica.

7.- Sentimos que el carácter del presente trabajo lo sitúa a nivel de evaluación preliminar, de manera que la siguiente fase sería la depuración de las secciones que lo ameriten. Esta retroalimentación conducirá, necesariamente a una mejor evaluación y apreciación de la bondad del proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

**BIBLIOGRAFIA.**

- 1.- Instituto Nacional para la Investigación de recursos minerales. Boletín No. 32 .  
"Los depósitos de fosforitas de Sabinas, Hgo. y Ayacucho, N.L."  
J.J. Pérez Martínez y R.W. Wiggan (1953).
- 2.- "Reconocimiento Geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí" .  
Comisión de recursos minerales. Boletín No. 56 (1961) .
- 3.- Anuario estadístico de Comercio Exterior.  
Volúmenes de los años 1968 a 1975 .
- 4.- Plant Design & Economics for Chemical Engineers.  
Peters & Timmerhans.  
Editorial McGraw - Hill.  
Segunda edición.
- 5.- Strategy of Process Engineering. Dale F Rudd & Charles C Watson. Editorial Wiley International. (1968) .
- 6.- Use Discounted Cash - Flow Method.  
Herbert E. Kroeger.  
Socony Mobil Oil Co., Inc.,  
New York, N.Y.  
1977 .
- 7.- Costos de adquisición e instalación de equipos de proceso y tubería en México .  
Edgar Fernández y Manuel Reta P .  
Ponencia presentada en el primer simposium internacional de Ingeniería de costos: Montreal, Canadá. (1970) .

- 8.- Capital Cost Estimating. K.M. Guthrie , --  
W.R. Grace & Co . Chemical Engineering , -  
Marzo 24 , 1969 .
- 9.- Capital estimates for major process equipment .  
Arkadie Pikulik & Héctor E. Díaz . Chemical  
Engineering , Octubre 10 , 1977 .
- 10.- Les procédés de production d'acide phosphorique  
par voie humide .  
Roger Dumon S.A. , Heurtey . Informations  
Chimie No. 172 . Diciembre 1977 .
- 11.- Screw conveyor catalog and engineering manual .  
Catálogo 166 . The Hammond Line .
- 12.- Bucket elevators . Boletín No. 950 .  
Jeffrey Co .
- 13.-  $H_3PO_4$  Route cuts costs. J.D. Crerar , --  
Fisons Limited. Chemical Engineering , abril  
30 , 1973 .
- 14.- Phosphate Rocks : important factors in their  
economic and technical evaluation .  
James R. Lehr & Guerry H Mc Clellan .  
CENTO Symposium on the mining and beneficiation  
of fertilizer minerals . Noviembre 19 - 24 .  
(1973) .
- 15.- Phosphoric acid . Electrothermal Vs. wet process.  
An economic evaluation .  
David W Bixby , Harold L Fike & Jan Platou .  
Technical Bulletin Nr. 15 . The sulphur --  
Institute, England . Abril de 1969 .
- 16.- Cost Engineering in the process industries .  
Cecil H Chilton. Mc Graw - Hill Book Company, INC.  
New York . (1960) .



- 17.- Phosphoric acid. A.J. Slack. Parte I , volúmenes I y II. Editorial Marcel Dekker , INC . New York . (1968) .
- 18.- Chemical Engineers' Handbook . 4th Ed . Mc Graw - Hill Book Co . Perry H. John .