

308917



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**  
**CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

44  
25

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA  
PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE  
SUPERFOSFATO SIMPLE**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL  
PRESENTA**

**PEDRO VICTOR MUÑOZ RODRIGUEZ-GIL**

**DIRECTOR DE TESIS:  
ING. RODOLFO BRAVO DE LA PARRA**

**MEXICO, D.F.**

**1996**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

A mis padres y a mi hermana, porque su esfuerzo  
y dedicación de tantos años por fin dio resultados.

Les estaré por siempre agradecido.

A mis padrinos Eduardo y Teresa. Su ayuda fue un  
gran impulso para lograr esta meta.

A mis jefes y compañeros de trabajo, por su colaboración y asesoría en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Panamericana y a mis maestros, quienes se preocuparon por formarme no solamente en lo académico, sino también en lo humano.

A Irene, porque su apoyo me animó para llegar hasta el final.

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                        | i  |
| <b>CAPITULO 1. ESTUDIO DE MERCADO</b> .....      | 1  |
| <b>1.1 Definición del producto</b> .....         | 1  |
| <b>1.2 Naturaleza del producto</b> .....         | 3  |
| <b>1.2.1 Características y propiedades</b> ..... | 3  |
| <b>1.2.2 Materias primas</b> .....               | 5  |
| <b>1.2.3 Usos</b> .....                          | 7  |
| <b>1.3 Análisis de la oferta</b> .....           | 8  |
| <b>1.3.1 Capacidad instalada</b> .....           | 8  |
| <b>1.3.2 Producción</b> .....                    | 8  |
| <b>1.3.3 Análisis competitivo</b> .....          | 10 |
| <b>1.4 Análisis de la demanda</b> .....          | 12 |
| <b>1.4.1 Evolución histórica</b> .....           | 12 |
| <b>1.4.2 Distribución geográfica</b> .....       | 13 |
| <b>1.4.3 Estacionalidad</b> .....                | 17 |
| <b>1.4.4 Productos competidores</b> .....        | 20 |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.4.5 Mercado Objetivo .....                  | 23        |
| 1.4.6 Demanda futura .....                    | 24        |
| 1.5 Importaciones y exportaciones .....       | 29        |
| 1.5.1 Superfosfato triple (SFT) .....         | 29        |
| 1.5.2 Fosfatos de amonio (DAP y MAP) .....    | 30        |
| <br>  |           |
| <b>CAPITULO 2: COMERCIALIZACIÓN .....</b>     | <b>31</b> |
| 2.1 Definición de comercialización .....      | 31        |
| 2.2 Producto .....                            | 32        |
| 2.3 Distribución, promoción y venta .....     | 33        |
| 2.4 Análisis de precios .....                 | 35        |
| 2.5 Plazas de venta .....                     | 39        |
| 2.6 Asistencia técnica .....                  | 42        |
| 2.7 Condiciones crediticias .....             | 44        |
| <br>  |           |
| <b>CAPITULO 3: ESTUDIO TÉCNICO .....</b>      | <b>47</b> |
| 3.1 Descripción y selección del proceso ..... | 47        |
| 3.2 Disponibilidad de materias primas .....   | 53        |
| 3.3 Tamaño de planta .....                    | 56        |
| 3.4 Inventarios .....                         | 57        |
| 3.4.1 Materias primas .....                   | 57        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.4.2 Producto terminado.....                         | 58        |
| 3.5 Localización de planta.....                       | 59        |
| 3.6 Distribución de planta.....                       | 65        |
| 3.7 Control de contaminantes.....                     | 69        |
| 3.8 Maquinaria y equipo.....                          | 72        |
| 3.9 Mano de obra.....                                 | 78        |
| 3.10 Seguridad industrial.....                        | 82        |
| <br>  |           |
| <b>CAPITULO 4 EVALUACIÓN.....</b>                     | <b>85</b> |
| 4.1 Bases de la evaluación.....                       | 85        |
| 4.1.1 Resumen.....                                    | 85        |
| 4.1.2 Horizonte de la evaluación.....                 | 85        |
| 4.1.3 Moneda / Tipo de cambio.....                    | 86        |
| 4.1.4 Días de operación.....                          | 86        |
| 4.1.5 Depreciación.....                               | 87        |
| 4.1.6 Tasas de impuestos y reparto de utilidades..... | 87        |
| 4.1.7 Financiamiento.....                             | 87        |
| 4.2 Ventas.....                                       | 89        |
| 4.3 Costos.....                                       | 90        |
| 4.3.1 Fijos.....                                      | 90        |
| 4.3.2 Variables.....                                  | 90        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4 Inversión .....                           | 92         |
| 4.4.1 Activo fijo .....                       | 92         |
| 4.4.2 Capital de trabajo .....                | 92         |
| 4.5 Gastos .....                              | 96         |
| 4.5.1 De administración .....                 | 96         |
| 4.5.2 De venta .....                          | 96         |
| 4.6 Resultados de la evaluación .....         | 98         |
| 4.6.1 Costo del capital .....                 | 98         |
| 4.6.2 Flujo neto de efectivo .....            | 101        |
| 4.6.3 Valor presente neto (VPN) .....         | 103        |
| 4.6.4 Tasa interna de rendimiento (TIR) ..... | 104        |
| 4.7 Análisis de sensibilidad .....            | 105        |
| 4.8 Punto de equilibrio .....                 | 109        |
| <br>  |            |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                     | <b>113</b> |
| <br>  |            |
| <b>ANEXOS .....</b>                           | <b>115</b> |
| <br>  |            |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                     | <b>133</b> |

## INTRODUCCIÓN

El campo mexicano presenta un serio atraso. El 27% de los mexicanos vive en él y genera el siete por ciento del PIB. Su baja productividad se puede explicar por la presencia de condiciones orográficas que no son favorables para el desarrollo de la agricultura, la falta de infraestructura productiva adecuada, la carencia de suficientes tecnologías y la falta de capitalización.

Además, sólo las dos terceras partes de la superficie destinada a la siembra, cuentan con acceso a riego o a buen temporal. Es patente la falta de infraestructura regional que acerque la producción al consumo, que incentive la inversión y que permita mecanismos eficientes de comercialización. La investigación y la capacitación no responden a las demandas de los mercados y no se ajustan adecuadamente a las necesidades regionales de la producción.

Las reformas al marco jurídico, la apertura comercial y los apoyos directos como PROCAMPO tienen por objeto propiciar mayor productividad, rentabilidad y competitividad en el campo mexicano.

Es importante señalar que la actividad agropecuaria es la actividad económica con mayor intervención estatal a nivel mundial. Esta intervención se expresa en la existencia de altos niveles de subsidio, en la imposición de barreras comerciales y en el otorgamiento de apoyos dirigidos a remediar condiciones de baja productividad. Mas aún, los apoyos y

subsidios se han incrementado como resultado de la tendencia decreciente de los precios agropecuarios observada en el mundo durante el siglo XX.

El objetivo principal de la política agropecuaria del presente gobierno, considerando esta realidad, consiste en incrementar el ingreso neto de los productores. Para ello se definieron instrumentos tendientes a aumentar la productividad de las actividades agrícolas y ganaderas y a promover una mayor rentabilidad y competitividad.

Con objeto de alentar la expansión de las cadenas productivas primarias con baja productividad, se seguirá ejerciendo la política de apoyos directos, que ya implica un alto porcentaje del presupuesto y del PIB agropecuario, también para incrementar el ingreso de los productores. Al mismo tiempo, esta política permitirá que sus precios sean competitivos.

Usando integralmente los apoyos directos, esa misma política promoverá la capitalización y el desarrollo tecnológico. Conjuntamente con una estructura competitiva de precios agropecuarios regionales, estimulará la reconversión productiva, una reasignación más eficiente de actividades pecuarias y agroindustriales y el abasto de maíz y de frijol para atender al consumo humano nacional.

En las áreas en que México tiene ventajas comparativas, el nivel competitivo de los precios de estos productos permite un nivel de ingreso de los productores que no requiere de subsidios. En estas áreas, los instrumentos que empleará el Gobierno Federal para apoyar a los productores son como los que se mencionan a continuación:

1. El Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 prevé la construcción de la infraestructura regional (caminos rurales y almacenes) que estimule la inversión y acerque al productor a los centros de consumo.

2. Se terminarán las pequeñas obras hidráulicas en proceso con objeto de ampliar la frontera agrícola de riego en 600 mil hectáreas y se reforzarán los programas de uso eficiente de agua y energía, así como de construcción de infraestructura parcelaria.

3. El gobierno promoverá nuevas tecnologías, acordes con las potencialidades regionales y las necesidades del mercado.

4. Impulso para que la investigación y la difusión técnica respondan mejor a los requisitos de la producción regional.

5. Promoción de la inversión privada en la creación y en la transferencia de nuevas tecnologías, organizando y fortaleciendo patronatos de investigación en cada entidad federativa.

6. El actual sistema financiero dedicado al campo se transformará, con objeto de propiciar la capitalización de la economía agropecuaria, de llevar al medio rural los modernos instrumentos de ahorro y de ofrecer servicios competitivos. La banca regional que resulte de esta transformación promoverá la convergencia de recursos hacia proyectos detonadores de desarrollo agropecuario competitivo, uniones de crédito y fondos de garantía y ahorro.

7. Fortalecimiento de los sistemas de información sobre precios y mercados, ampliación de los medios de financiamiento a exportaciones y la creación de una bolsa agropecuaria.

8. Para evitar la centralización de las decisiones y servir mejor a los productores agropecuarios se emprenderá la federalización de las funciones y responsabilidades de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, mediante la adecuación de sus programas a las características de los estados y de las microrregiones.

9. El Gobierno impulsará la participación corresponsable de los productores en la planeación e instrumentación de la política agropecuaria, así como en el proceso de federalización y transferencia de funciones de la SAGAR. También se ayudará a que los productores se organicen en unidades económicas viables, que hagan posible la ejecución de los programas de fomento.

Con todas estas acciones, podemos apreciar que el Gobierno de la República está decidido a brindar un fuerte apoyo para el desarrollo del campo en México. Es importante destacar que el Gobierno no pretende ser de nueva cuenta el único realizador de todas las actividades agropecuarias. Lo que busca ahora, es brindar las condiciones y la infraestructura necesaria para promover la inversión privada.

Hasta el año de 1993 el Gobierno fue el único productor de fertilizantes en México, a través de la empresa paraestatal Fertilizantes Mexicanos (FERTIMEX). En ese mismo año se concluyó con el proceso de privatización de las diferentes plantas de FERTIMEX y se produjo

una escasez de fertilizantes, debido a que los nuevos propietarios no continuaron con el mismo ritmo de producción. Algunos cerraron durante un tiempo para hacer una reestructuración de las plantas recién adquiridas; mientras que otros disminuyeron la producción o descontinuaron algunos fertilizantes.

Los agricultores continuaron demandando producto para fertilizar sus tierras con lo que hubo un aumento en las importaciones de fertilizantes. La sustitución del producto nacional por el importado no duró mucho tiempo pues la devaluación de diciembre de 1994 encareció los precios de estos fertilizantes y la mayoría de los agricultores ya no tuvo acceso a ellos. Ante esta situación los productores nacionales han intentado responder, pero lo han hecho lentamente.

Como ejemplo de esto último, tenemos el del fertilizante conocido como Fosfato Ácido de Calcio. Este fertilizante se consumía en varias regiones del país hasta que con la privatización de FERTIMEX, se dejó de producir. Actualmente, solamente en una de las plantas privatizadas se produce este fertilizante y abastece solamente a dos de las seis regiones agrícolas en que se encuentra dividido el país y que son o han sido consumidoras del mismo.

Este hecho, junto con el apoyo al campo que el Gobierno ha establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, forman el punto de partida para el análisis de un proyecto de inversión en una planta productora y comercializadora de Fosfato Ácido de Calcio en alguna de las regiones que actualmente están desabastecidas de este fertilizante. Por esta razón y por lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, pensamos que puede haber una oportunidad de negocio.

El trabajo que a continuación se presenta es un estudio detallado de esta oportunidad de negocio.

## CAPITULO 1

### ESTUDIO DE MERCADO

#### 1.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

¿Qué se entiende por fertilizante?

"Un fertilizante es un compuesto orgánico o químico que contiene y aporta nutrientes necesarios para que las plantas crezcan, conserven su lozanía y completen su ciclo vegetativo".<sup>1</sup>

Por su naturaleza, los fertilizantes se clasifican en químicos y orgánicos. Los fertilizantes químicos son naturales o sintéticos; los fertilizantes orgánicos son aquellos producidos con materiales de origen animal o vegetal. Por su contenido de nutrientes los fertilizantes se dividen en simples y compuestos; y por su estado físico se dividen en sólidos, líquidos y gaseosos.

Un fertilizante simple aporta exclusivamente un solo nutriente, por ejemplo: la urea, el sulfato de amonio y el nitrato de amonio, se comercializan solamente por su contenido de

---

<sup>1</sup> Manual del distribuidor de fertilizantes sólidos, México, FERTIMEX, 1992, p.95.

nitrógeno; el fosfato ácido de calcio y el superfosfato triple de calcio, se comercializan por su fósforo; el cloruro y sulfato de potasio, por su concentración de potasio.<sup>2</sup>

La calidad de un fertilizante está dada por la concentración de elementos nutritivos, la composición química de esos nutrientes, su grado de humedad, su contenido de polvo y el tamaño y dureza de sus partículas. Para que un fertilizante mantenga su calidad es importante que esté bien envasado.

Los nutrientes esenciales para las plantas son dieciséis elementos minerales, y los más importantes son el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Sin estos nutrientes esenciales, las plantas no completan su ciclo vegetativo. Las cantidades que necesitan de cada uno, varían según sus características genéticas, que son las que definen su capacidad productiva. Si bien, el suelo los proporciona, no siempre es en cantidades suficientes, por lo que hay que recurrir a los fertilizantes.

El orden en que se presenta la concentración de un fertilizante es el siguiente: primero, se escribe el porcentaje de nitrógeno; segundo, el porcentaje de fósforo; y por último, el porcentaje de potasio: (N%, P%, K%).

---

<sup>2</sup> cfr. Manual del distribuidor de fertilizantes sólidos, op.cit. (nota 1) p.97.

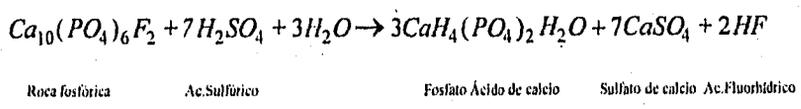
## 1.2 NATURALEZA DEL PRODUCTO

### 1.2.1 Características y propiedades

El "fosfato ácido de calcio" (FAC) es el nombre comercial del fertilizante que tiene la siguiente composición química:  $3CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$ . Fue el primer fertilizante fosfatado que se produjo hacia el año de 1940, llamado también superfosfato normal u ordinario o fosfato ácido; en México, se le conoce con el nombre de "tierra".

Es un polvo de color gris y café, dependiendo del tipo de ácido y roca fosfórica usados en su manufactura. Tiene un olor penetrante característico y tiende a apelmazarse, ya sea a granel o envasado. Sin embargo, también se puede obtener en forma granular y se le pueden adicionar otros elementos secundarios.

La reacción química que se produce cuando la roca fosfórica se mezcla con el ácido sulfúrico para producir fosfato ácido de calcio, es la siguiente:



Cada uno de los elementos que constituyen este fertilizante, es un nutriente para el suelo. Un suelo con un buen contenido de fósforo, ayuda a tener excelentes rendimientos en las cosechas, ya que permite la fijación de otros nutrimentos esenciales en su desarrollo. El fósforo presente en el ion fosfato ( $PO_4$ ) es la mejor manera en que las plantas pueden absorberlo. Hay que destacar que éste es un fertilizante ácido debido a la presencia de

hidrógeno y que por esta razón, es adecuado para fertilizar cultivos que se desarrollen bien en suelos ligeramente ácidos (pH entre 5 y 7).

**CUADRO 1.- PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL FOSFATO ÁCIDO DE CALCIO**

| PARÁMETRO                                    | UNIDAD DE MEDICIÓN |
|--|--------------------|
| Densidad                                     | 50-70 lb/l3        |
| Humedad Relativa                             | 8.00%              |
| Acidez libre ( $H_3PO_4$ ), máx.             | 8.00%              |
| Fósforo Asimilable ( $P_2O_5$ ), mín.        | 18.50%             |
| Fósforo soluble en agua ( $P_2O_5$ ), mín.   | 17.00%             |
| Azufre (como S), mín.                        | 12.00%             |
| Contenido de nutriente ( $P_2O_5$ ) promedio | 20.00%             |

Fuente: Diccionario Químico Kirk-Othmer, 1993.

La nomenclatura utilizada para señalar las cantidades en peso, de nutrientes que contiene un fertilizante es la siguiente: primero, se escribe el porcentaje de nitrógeno; segundo, el porcentaje de fósforo y tercero, el porcentaje de potasio. De esta manera, un fertilizante descrito con una dosis 20-30-05%, indica que tiene 20% de nitrógeno, un 30% de fósforo y un 5% de potasio.

El fosfato ácido de calcio con contenido de 20% de  $P_2O_5$  está clasificado dentro de los fertilizantes inorgánicos fosfatados, junto con otros productos como el superfosfato triple (SFT- 0% N, 46%  $P_2O_5$ , 0% K), fosfato diamónico (DAP - 18% N, 46%  $P_2O_5$ , 0% K) y fosfato monoamónico (MAP - 11% N, 55%  $P_2O_5$ , 0% K).

El fosfato ácido aporta además dos nutrientes secundarios, azufre (12%) y calcio (27%), situación que le permite ofrecer ventajas adicionales desde el punto de vista

agronómico. El azufre, es parte de las proteínas que las plantas deben contener, y por eso es tan importante que el suelo pueda brindárselos. El calcio, evita que el suelo tenga un pH ácido, mismo que a su vez provoca que las plantas absorban elementos tóxicos como el aluminio, el cobre y el manganeso, que impiden el crecimiento de los cultivos.

CUADRO 2.- COMPOSICIÓN DE LOS SUPERFOSFATOS SIMPLES DE ACUERDO AL ORIGEN DE LA ROCA FOSFÓRICA

| Presencia de la fosforita             | Composición (% en peso)       |                   |      |                   |               |                  |      |                 |                               |   |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|------|-------------------|---------------|------------------|------|-----------------|-------------------------------|---|
|                                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                   |      | Hidro-solubilidad | Ácidos libres | H <sub>2</sub> O | CaO  | SO <sub>3</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | F |
|                                       | Total                         | Asimilable        |      |                   |               |                  |      |                 |                               |   |
| Florida                               | 19.9                          | 19.6              | 17.5 | 2.4               | 5.9           | 27.1             | 28.4 | 1.3             | --                            |   |
| Florida (granular)                    | 21.5                          | 20.7              | 17.4 | 0.6               | 1.1           | 30.5             | 30.7 | 2.3             | --                            |   |
| Marruecos                             | 19.8                          | --                | 18.8 | 2                 | 8.4           | --               | --   | --              | --                            |   |
| Marruecos                             | 21.4                          | 20.2              | --   | 1.7               | 9.8           | --               | --   | --              | --                            |   |
| Ocean Island                          | 22.8                          | --                | 20.8 | 4.6               | 10.6          | --               | --   | --              | --                            |   |
| Marruecos y Kola (Koika) <sup>a</sup> | 22.8                          | 14.6 <sup>b</sup> | 14.5 | 1.3               | 8.9           | --               | --   | --              | --                            |   |

<sup>a</sup> Superfosfato más fosforita adicional

<sup>b</sup> Alcalina citrosoluble

Fuente: "Manual de fertilizantes", México, O.N.U., 1985.

### 1.2.2 Materias primas

Con la posible excepción de la hulla, la fosforita o roca fosfórica es la materia prima más variable entre las que utiliza la industria de los fertilizantes. Los yacimientos de que se obtiene varían mucho en cuanto a concentración del fósforo y en cuanto a los tipos y cantidades de otros materiales. La calidad de la fosforita suele definirse atendiendo al contenido en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que oscila normalmente entre el 28 y el 38%. Sin embargo, dejando aparte la conveniencia que este criterio tiene para determinar los gastos de transporte y manutención por tonelada de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, la concentración de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es una guía insuficiente en

cuanto al valor o la idoneidad para la fabricación de fertilizantes de determinada calidad o determinado tipo de fosforita.<sup>3</sup>

En los últimos años, la media mundial ha oscilado entre el 32.7 y el 32.5% de  $P_2O_5$  para la fosforita comercial vendida o utilizada por el productor.

Como la calidad del fosfato ácido de calcio depende de la concentración de la fosforita, conviene disponer de roca de concentración elevada. También es importante la reactividad, las rocas poco reactivas han de molerse más fino. Los compuestos de hierro y aluminio se pueden tolerar hasta cierto punto, aunque reducen la hidrosolubilidad del  $P_2O_5$ .

El sílice tiene como único efecto perjudicial el de reducir la concentración. Un aumento de la relación  $CaO:P_2O_5$  eleva el consumo de ácido sulfúrico por unidad de  $P_2O_5$  y reduce la concentración. Pueden utilizarse sin grandes problemas fosforitas con alto contenido de cloro (hasta 0.5% de Cl y quizá aún más), ya que la corrosión no es problema grave en la producción de fosfato ácido.

### CUADRO 3.- NECESIDADES ANUALES DE MATERIAS PRIMAS

| Millones de toneladas | Países en desarrollo |      |      | Países desarrollados |      |      |
|-----------------------|----------------------|------|------|----------------------|------|------|
|                       | 1985                 | 1990 | 2000 | 1985                 | 1990 | 2000 |
| Fosforita             | 14.1                 | 19.1 | 31.5 | 32.2                 | 37.9 | 50.7 |

Fuente: "World-Wide Study of the Fertilizer Industry: 1975-2000" (proyecto), noviembre 1976, ONUDI, Viena

Basándose en las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas, sobre el consumo de fertilizantes, y teniendo en cuenta otras aplicaciones, es probable que la

<sup>3</sup> Manual de fertilizantes, México, Organización de las Naciones Unidas, 1985, serie "Desarrollo y transferencia de tecnología", p.55.

producción anual de fosforita sea del orden de los 300 millones de toneladas para el año 2000.<sup>4</sup> Aunque la fosforita tiene muchas aplicaciones, probablemente no baja del 85% de la producción mundial la cantidad que se utiliza para la fabricación de fertilizantes, incluyendo la que se aplica directamente al suelo.

### 1.2.3 Usos

El fosfato ácido de calcio se utiliza principalmente por su aportación de fósforo  $P_2O_5$ , ya que su ausencia limita el crecimiento de la planta. La calidad y facilidad de maduración de las semillas está ligada a la buena nutrición de fósforo. En cantidades adecuadas, el fosfato ácido incrementa el tamaño de las raíces debido también a su aportación de fósforo.

Debido a su acidez libre, el fosfato ácido permite la absorción de nitrógeno en forma amoniacal cuando se aplica de manera directa con algún nitrogenado o bien cuando se utiliza como base para la elaboración de mezclas físicas.

Los cultivos en los que el fosfato ácido se aplica son cultivos básicos como el maíz, la papa y el frijol. Los agricultores que se dedican al cultivo de papa y frijol prefieren este fertilizante por encima de los demás fertilizantes fosfatados.

---

<sup>4</sup> cfr. Manual de fertilizantes, op.cit. (nota 7) p.209.

### 1.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA

#### 1.3.1 Capacidad instalada

La única planta productora de fosfato ácido de calcio que opera en la actualidad es la de la empresa Agrogen, ubicada en la ciudad de Querétaro, Qro. Sin embargo, también debemos tomar en cuenta a otras empresas productoras de fertilizantes que compiten con el fosfato ácido, competencia de la que se hablará con detalle más adelante.

A continuación se muestran las capacidades instaladas de empresas productoras de fertilizantes fosfatados:

**CUADRO 4.- CAPACIDAD INSTALADA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS**  
(miles de toneladas / año)

| Empresa         | Planta                 | FAC | SFT | DAP        |
|-----------------|------------------------|-----|-----|------------|
| Fertinal        | Lázaro Cárdenas, Mich. | --  | 330 | 525        |
| Troy Industrias | Pajaritos, Ver.        | --  | 270 | --         |
| Agrogen         | Querétaro, Qro.        | 300 | --  | --         |
| <b>Totales</b>  |                        |     |     | <b>525</b> |

1/ FAC: Fosfato ácido de calcio. 2/ SFT: Superfosfato triple. 3/ DAP: Fosfato diamónico.  
Fuente: Investigación directa.

#### 1.3.2 Producción

La producción nacional de fertilizantes se incrementó de manera sustancial a partir de 1988, debido al "Programa de Apoyo al Campo" (PROCAMPO), el cual otorgaba créditos a los agricultores para la compra de insumos; sin embargo, en 1992 y 1993 años en los que se

inicia la privatización de Fertimex, la producción cayó fuertemente debido al cierre temporal de varias plantas, provocado por el cambio de administración de manos del Gobierno a las de la iniciativa privada. El siguiente cuadro muestra la evolución de la producción nacional de fosfato ácido de calcio, superfosfato triple de calcio y fosfato de amonio.

**CUADRO 5.- PRODUCCIÓN NACIONAL DE FERTILIZANTES**  
(miles de toneladas / año)

| PRODUCTO                | 1983       | 1984       | 1985       | 1986       | 1987       | 1988       | 1989        | 1990        | 1991        | 1992       | 1993       |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Superfosfato Triple     | 272        | 248        | 254        | 217        | 231        | 230        | 218         | 235         | 266         | 141        | 136        |
| Fosfato Ácido de Calcio | 300        | 229        | 314        | 220        | 223        | 253        | 277         | 176         | 164         | 60         | 98         |
| Fosfato de Amonio       | 95         | 82         | 91         | 153        | 443        | 400        | 570         | 684         | 597         | 213        | 286        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>667</b> | <b>559</b> | <b>659</b> | <b>590</b> | <b>877</b> | <b>883</b> | <b>1065</b> | <b>1095</b> | <b>1027</b> | <b>414</b> | <b>520</b> |

Fuente: Anuarios Estadísticos de FERTIMEX y SEMIP.

Las plantas productoras de fosfato ácido, fueron poco a poco cerradas por Fertimex siendo la última la de Querétaro. En 1992, año en el que la unidad Querétaro fue privatizada, pero operada durante los primeros tres meses aún por FERTIMEX, se produjeron solamente 60 mil toneladas, debido a problemas durante y después de su privatización.

**CUADRO 6.- PRODUCCIÓN NACIONAL DE FOSFATO ÁCIDO DE CALCIO**  
(Toneladas / Año)

| ESTADO          | 1983           | 1984           | 1985           | 1986           | 1987           | 1988           | 1989           | 1990           | 1991           | 1992      | 1993      |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------|
| Cuautlilan      | 101,242        | 49,842         | 75,586         | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -         | 1/        |
| Querétaro       | 137,721        | 130,939        | 189,319        | 188,413        | 223,211        | 252,726        | 274,095        | 159,681        | 163,867        | 60        | 98        |
| San Luis Potosí | 61,016         | 48,028         | 48,828         | 31,153         | -              | -              | -              | -              | -              | -         | -         |
| Guadalajara     | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 2,717          | 16,642         | -              | -         | -         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>200,000</b> | <b>127,809</b> | <b>313,733</b> | <b>219,566</b> | <b>223,211</b> | <b>252,726</b> | <b>276,812</b> | <b>176,323</b> | <b>163,867</b> | <b>60</b> | <b>98</b> |

1/ Operada por FERTIMEX durante el primer trimestre.

Fuente: Anuarios Estadísticos de FERTIMEX.

Los demás meses de 1992, ya bajo la dirección de la nueva empresa, no se elaboró este producto, pero a mediados de 1993 se reiniciaron las operaciones, mismas que continúan hasta la fecha. Después de la escasez de fosfato ácido en 1992, se manifestó una gran demanda en 1993, por lo que se logró el reinicio de operaciones.

### **1.3.3 Análisis competitivo**

El fosfato ácido de calcio tiene competencia de dos maneras: la primera es la competencia consigo mismo y la segunda, es la competencia con productos sustitutos que tienen un contenido más alto de fósforo.

En la actualidad, solamente hay una empresa en México que elabora fosfato ácido y está ubicada en la ciudad de Querétaro. Esta compañía elabora ácido sulfúrico a partir de azufre proveniente de Jaltipan, Veracruz. Esto representa un costo considerable de la materia prima.

En este trabajo, se plantea la posibilidad de obtener ácido sulfúrico grado metalúrgico, cuyo costo es bajo y permitiría reducir costos de materia prima, con lo cual se puede competir con Agrogen. Hay que hacer notar que no se importa el fosfato ácido ya que al ser un fertilizante de baja concentración, tendría que importarse en grandes cantidades y el costo del flete por unidad de nutriente resulta muy caro y hace imposible que pueda venderse a un precio que el consumidor esté dispuesto a pagar.

La segunda forma de competencia que encuentra el fosfato ácido (FAC) es frente al fosfato diamónico (DAP) y fosfato monoamónico (MAP). Como hablamos mencionado, estos

dos fertilizantes presentan concentraciones de fósforo mayores a las del FAC. Sin embargo, éstos no ofrecen azufre y el fosfato ácido sí y sin ningún costo adicional. El azufre es un elemento muy importante cuando se quiere mejorar la calidad del suelo.

Finalmente, la ventaja en que debe basarse este proyecto es en un costo total por unidad de nutriente puesto en destino final, más bajo que el de cualquier otro producto que ofrezca la competencia.

## 1.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

### 1.4.1 Evolución Histórica

Analizando las ventas de fosfato ácido de calcio del período 1983-1991 observamos que éstas han ido disminuyendo paulatinamente. Esta disminución en las ventas se debe principalmente a los siguientes factores: primero, a un cambio estructural de Fertilizantes Mexicanos el cual ha originado una baja generalizada en las ventas de fertilizantes; segundo, por problemas recesivos de la economía nacional en general; y tercero, debido a una sustitución de productos de alta concentración al parecer dominada por el fosfato diamónico, debido a que su costo total por unidad de nutriente puesto en zona de consumo, es menor que para el fosfato ácido.

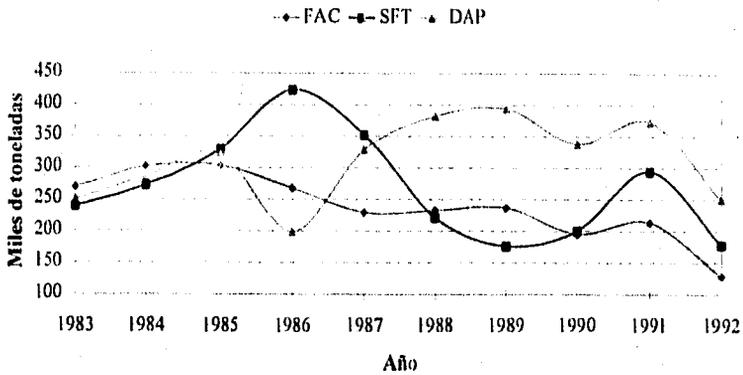
**CUADRO 7.-VENTAS NACIONALES DE FERTILIZANTES FOSFATADOS**  
(Miles de toneladas)

| Fertilizante | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |    |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| FAC          | 270  | 302  | 304  | 268  | 230  | 233  | 237  | 196  | 214  | 129  | 35   | 28   | 24 |
| SFT          | 240  | 273  | 330  | 424  | 352  | 222  | 177  | 201  | 295  | 179  | 32   | 26   | 34 |
| DAP          | 251  | 287  | 324  | 199  | 329  | 382  | 394  | 338  | 373  | 250  | 33   | 46   | 42 |
|              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 100  |    |

Fuente: FERTIMEX

En la gráfica podemos ver con mayor claridad la evolución de la demanda nacional de fertilizantes. Tanto el fosfato ácido de calcio como el superfosfato triple, comenzaron a ser sustituidos por el fosfato diamónico (DAP) por las razones anteriormente explicadas. Hay que hacer notar, que en 1992, las ventas de estos tres tipos de fertilizantes disminuyeron.

**GRÁFICA 1.- COMPORTAMIENTO DE LAS VENTAS NACIONALES**



#### I.4.2 Distribución Geográfica

El país se encuentra dividido en seis grandes distritos de riego y que son los siguientes:

**CUADRO 8.- DISTRITOS DE RIEGO DE LA REPÚBLICA MEXICANA**

|                 |  |
|-----------------|--|
| Lerma           | Guanajuato, Michoacán, Puebla, Jalisco, Querétaro, Tlaxcala, Guerrero, Morelos, Colima, Nayarit. |
| Valle de México | Estado de México, Hidalgo, D.F.  |
| Centro-Norte    | Agascalientes, Zacatecas, S.L.Potosí, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua, Durango.                  |
| Noreste         | Veraacruz, Tamaulipas.   |
| Sureste         | Oaxaca, Yucatán, Tabasco, Campeche, Chiapas, Quintana Roo.                                       |
| Noroeste        | Sonora, Sinaloa, B.California, B.California Sur.   |

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

En cada uno de estos distritos los cultivos son diferentes y por lo mismo, los fertilizantes utilizados también son diferentes. En el caso del fosfato ácido de calcio, las dos zonas que más lo utilizan son las de Lerma y Valle de México.

El uso del fosfato ácido en estas dos zonas se debe a que en ambas hay cultivo de papa y frijol, los cuales son cultivos que necesitan los nutrientes que el fosfato ácido aporta para poder tener un buen desarrollo.

En el cuadro nueve se puede ver que para el período 1980-1991 la región de Lerma es la que ha tenido un mayor consumo de fosfato ácido con casi 1.7 millones de toneladas. En esta región, los dos estados que más han consumido este fertilizante son Guanajuato y Michoacán, y ambos, tienen una participación del 28.4% del total.

La segunda región más consumidora de fosfato ácido es la del Valle de México, con casi un millón de toneladas. Aquí es importante señalar que tan solo en el Estado de México se consumen 0.9 millones de toneladas. Esto se explica debido a que ahí se cultiva maíz, principalmente. Esta región participa con el 30% del consumo histórico.

Aquí valdría la pena hacer la consideración de que las regiones de Lerma y Valle de México son dominadas por la empresa Agrogen, cuya planta está en el estado de Querétaro. La excelente ubicación de esta planta le permite tener acceso inmediato a las zonas de mayor consumo de fosfato ácido además, la competencia que tiene es nula pues es la única empresa que fabrica en el país dicho fertilizante. Estas regiones tienen costumbres muy arraigadas en cuanto a los tipos de cultivos y los fertilizantes a emplear. Desde hace muchos años, el fosfato ácido se ha estado utilizando y es difícil que los agricultores cambien a algún sustituto, pues

comentan que lo seguirán utilizando por ser el fertilizante que conocen, el que les da resultados y el que se usa desde tiempos de sus abuelos.

La tercera región consumidora de fosfato ácido es la Centro-Norte, la cual ha tenido un consumo histórico de casi 0.5 millones de toneladas. Aguascalientes y San Luis Potosí han sido los estados de esta región que muestran un mayor consumo histórico con el 12.7% del total.

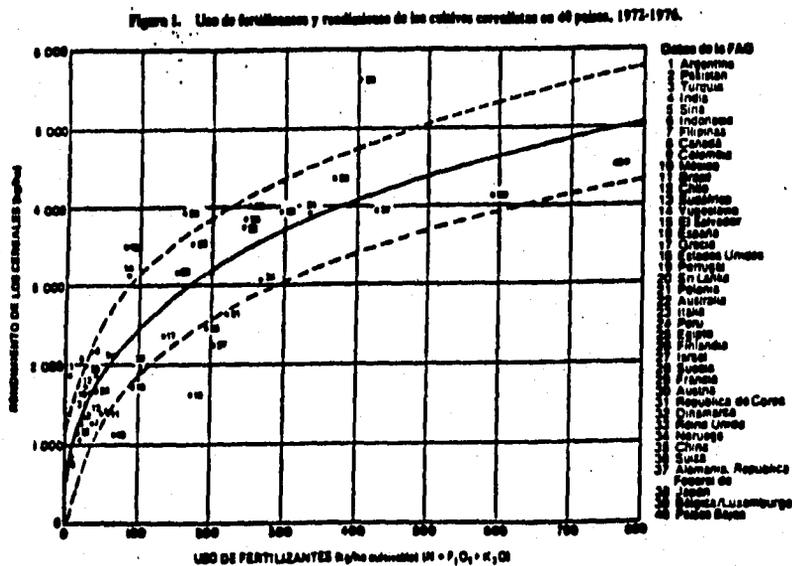
CUADRO 9.- CONSUMO HISTÓRICO DE FOSFATO ÁCIDO DE CALCIO  
1980 - 1992

| REGION          | ESTADO           | Consumo (Tonnes) | PARTICIPACION (%) |
|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
| LERMA           | Guanajuato       | 496.2            | 15.1              |
|                 | Michoacán        | 436.2            | 13.3              |
|                 | Puebla           | 265.2            | 8.1               |
|                 | Jalisco          | 139.5            | 4.2               |
|                 | Querétaro        | 109.8            | 3.3               |
|                 | Tlaxcala         | 93.5             | 2.8               |
|                 | Guerrero         | 83.0             | 2.5               |
|                 | Morelos          | 48.5             | 1.5               |
|                 | Colima           | 0.4              | 0.0               |
|                 | Nayarit          | 0.0              | 0.0               |
| VALLE DE MÉXICO |                  | 982.7            | 29.9              |
|                 | Estado de México | 924.9            | 28.2              |
|                 | Hidalgo          | 52.1             | 1.6               |
|                 | D.F.             | 5.7              | 0.2               |
| CENTRO-NORTE    |                  | 528.9            | 16.1              |
|                 | Aguascalientes   | 211.4            | 6.4               |
|                 | Zacatecas        | 206.0            | 6.3               |
|                 | S.L.Potosí       | 47.5             | 1.4               |
|                 | Coahuila         | 47.1             | 1.4               |
|                 | Nuevo León       | 16.9             | 0.5               |
|                 | Chihuahua        | 0.0              | 0.0               |
|                 | Durango          | 0.0              | 0.0               |
| NORESTE         |                  | 67.9             | 2.1               |
|                 | Veracruz         | 67.9             | 2.1               |
|                 | Tamaulipas       | 0.0              | 0.0               |
| SURESTE         |                  | 28.1             | 0.9               |
|                 | Oaxaca           | 26.7             | 0.8               |
|                 | Yucatán          | 1.0              | 0.0               |
|                 | Tabasco          | 0.3              | 0.0               |
|                 | Campeche         | 0.1              | 0.0               |
|                 | Chiapas          | 0.0              | 0.0               |
|                 | Quintana Roo     | 0.0              | 0.0               |
| NOROESTE        |                  | 3.9              | 0.1               |
|                 | Sonora           | 2.6              | 0.1               |
|                 | Sinaloa          | 1.3              | 0.0               |
|                 | B.California     | 0.0              | 0.0               |
|                 | B.California Sur | 0.0              | 0.0               |
| <b>TOTAL</b>    |                  | <b>3,283.8</b>   | <b>100.0</b>      |

Fuente: Anuarios Estadísticos 1980 - 1992, SARH.

### 1.4.3 Estacionalidad

Estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, demuestran que los fertilizantes son tan importantes como los métodos y épocas adecuadas para su aplicación. De no seguir una metodología correcta, el efecto de los fertilizantes podría ser prácticamente nulo en la productividad agrícola. Esto último es de particular importancia para los suelos con bajo contenido de nutrientes, así como para aquellos cultivos cuya necesidad de nutrientes está limitada a un determinado período de tiempo.<sup>5</sup>



Fuente: Comunicación privada de J. W. Coates.

<sup>5</sup> cfr. Uso y aplicación de fertilizantes. México, Fertimex, 1986, serie "Capacitación", p.20.

Existen dos ciclos agrícolas: el primavera-verano (P-V) que va de marzo a septiembre; y el otoño-invierno (O-I), que va de octubre a febrero. El ciclo primavera-verano también se conoce como de temporal, debido a que los cultivos se hacen durante la temporada de lluvias; el ciclo otoño-invierno, se conoce como de riego, debido a que se utiliza riego artificial para poder cultivar. En México, la mayor parte de la agricultura es de temporal, debido a que el campo cuenta con muy poca infraestructura que le permita tener una agricultura tecnificada.

Son pocas las regiones en México donde se cuenta con infraestructura hidráulica que permita cultivar todo el año, por lo que la venta de todos los fertilizantes es mayor durante el ciclo primavera-verano y en particular durante mayo, junio y julio. Es en estos meses cuando se presentan las lluvias más abundantes de la temporada. El fosfato ácido no es la excepción y la fertilización con el mismo es mayor en el centro del país y durante el ciclo primavera-verano, debido a que en esa zona del país la agricultura es poco tecnificada.

En el cuadro 10 aparecen los consumos de algunos fertilizantes fosfatados durante 1991. Este es un año típico en cuanto a la estacionalidad de la demanda, pues es en el período mayo-junio, cuando se registra el mayor número de ventas.

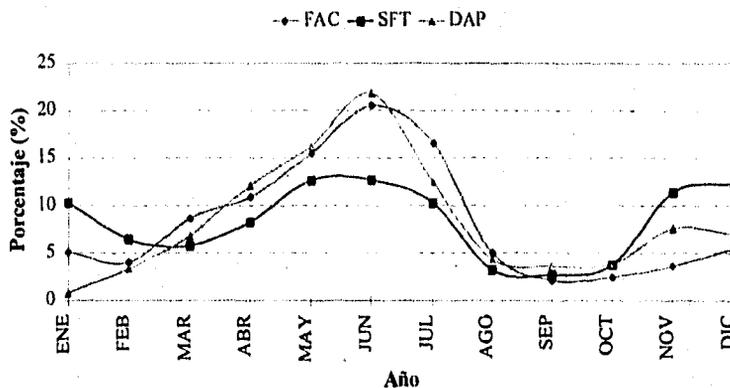
**CUADRO 10.- ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA PARA 1991**  
(Miles de Toneladas)

| PRODUCTO          | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY   | JUN   | JUL   | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | TOTAL |
|-------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>FAC</b>        |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |       |
| Volumen           | 14.0 | 10.9 | 23.6 | 29.6 | 42.3  | 56.0  | 45.2  | 13.7 | 5.8  | 6.7  | 9.9  | 14.9 | 272.6 |
| %                 | 5.1  | 4.0  | 8.7  | 10.9 | 15.5  | 20.5  | 16.6  | 5.0  | 2.1  | 2.5  | 3.6  | 5.5  | 100.0 |
| <b>SFT</b>        |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |       |
| Volumen           | 30.7 | 19.1 | 17.1 | 24.5 | 37.5  | 37.6  | 30.5  | 9.6  | 8.0  | 11.2 | 33.8 | 36.5 | 296.1 |
| %                 | 10.4 | 6.5  | 5.8  | 8.3  | 12.7  | 12.7  | 10.3  | 3.2  | 2.7  | 3.8  | 11.4 | 12.3 | 100.0 |
| <b>DAP</b>        |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |       |
| Volumen           | 3.1  | 12.7 | 25.7 | 45.8 | 61.8  | 82.8  | 47.2  | 16.5 | 13.8 | 14.6 | 28.8 | 26.3 | 379.1 |
| %                 | 0.8  | 3.4  | 6.8  | 12.1 | 16.3  | 21.8  | 12.5  | 4.4  | 3.6  | 3.9  | 7.6  | 6.9  | 100.0 |
| <b>FOSFATADOS</b> |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |       |
| Volumen           | 47.8 | 42.7 | 66.4 | 99.9 | 141.6 | 176.4 | 122.9 | 39.8 | 27.6 | 32.5 | 72.5 | 77.7 | 947.8 |
| %                 | 5.0  | 4.5  | 7.0  | 10.5 | 14.9  | 18.6  | 13.0  | 4.2  | 2.9  | 3.4  | 7.6  | 8.2  | 100.0 |

Fuente: Programa de cultivos y presupuesto de ventas por ciclo agrícola 1991, FERTIMEX.

En la gráfica 2 que se muestra a continuación, se aprecia de manera más clara la estacionalidad de la demanda. El ciclo agrícola primavera-verano, que corresponde a los meses de marzo a septiembre, es en el que hay un aumento sustancial en la demanda de estos fertilizantes. Esto confirma el hecho de que la agricultura en México es de temporal y prácticamente solamente se cultiva durante la época de lluvias. El período octubre-febrero, casi no registra actividad debido a que no existen los sistemas de riego que permitan aprovechar esta época del año para cultivar.

GRÁFICA 3.- ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA



#### 1.4.4 Productos Competidores

El fosfato ácido de calcio compite con otros dos fertilizantes fosfatados de alta concentración como lo son el superfosfato triple (SFT) y el fosfato diamónico (DAP). Al tener estos dos productos una mayor concentración, el costo de transporte por unidad de nutriente, los hace más baratos que el FAC. Sin embargo, el fosfato ácido ofrece algo que ni el SFT ni el DAP tienen: azufre y calcio sin costo adicional, que en ocasiones suelen escasear en el suelo.

Las composiciones de las sales puras fosfato monoamónico (MAP) y fosfato diamónico (DAP) son las siguientes:

**CUADRO 11.- COMPOSICIÓN DE LOS FOSFATOS AMÓNICOS**

|  | Fosfato monoamónico<br>(MAP) | Fosfato diamónico<br>(DAP) |
|--|------------------------------|----------------------------|
| Porcentaje de N (máx.)                             | 12.17%                       | 21.19%                     |
| Porcentaje de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (máx.) | 61.71%                       | 53.76%                     |

Fuente: "Manual de fertilizantes", México, O.N.U., 1985.

Las calidades producidas a partir de ácido en el proceso húmedo con contenido corriente en impurezas son la 18-47-0% para el fosfato diamónico (DAP) y la 11-55-0% para el monofosfato de amonio (MAP). Otras calidades son la 13-52-0% y la 16-48-0%, para el MAP y DAP respectivamente.

En México hay actualmente dos empresas que producen SFT/DAP y que son las siguientes:

**CUADRO 12.- UNIDADES PRODUCTORAS DE FOSFATADOS**

|                 |                        |         |
|-----------------|------------------------|---------|
| Fertinal        | Lázaro Cárdenas, Mich. | DAP/SFT |
| Troy Industrias | Pajaritos, Ver.        | SFT     |
| Agrogen         | Querétaro, Qro.        | FAC     |

Fuente: FERTIMEX.

Fertinal cuenta con dos líneas de producción: la primera puede producir DAP o complejos NPK; y la segunda, puede producir DAP, complejos NPK o bien SFT. Actualmente produce los tres fertilizantes, estando sus programas de producción en función del mercado.

Tanto el DAP como el SFT tienen oferta vía importaciones, misma que se analizará más adelante. Para contrarrestar la sustitución del fosfato ácido por SFT o sulfatos de amonio, hay que realizar una promoción intensiva que destaque las ventajas agronómicas como son la aportación de azufre y calcio. Estudios hechos en los E.U.A. señalan que por cada dólar de azufre invertido, se obtienen de nueve a diez dólares de retorno de inversión cuando el objetivo es mejorar el suelo, pero cuando se aplica fosfato ácido de calcio como donador de  $P_2O_5$ , el contenido de azufre tiene un valor agregado con beneficios reconocidos pero difíciles de cuantificar monetariamente.

A menudo se plantea la cuestión de elegir un producto fosfatado que obtener a partir del ácido fosfórico. En vista de la tecnología ya establecida, la elección quedará a menudo circunscrita al fosfato diamónico (DAP), el fosfato monoamónico (MAP) y el superfosfato triple (SFT) o a fertilizantes compuestos basados en estos productos. Todos estos productos se pueden fabricar en una misma planta de granulación, de manera alternada.

Si existe la probabilidad de que haya mercado para dos o tres productos, conviene probablemente contar con esa flexibilidad, y hay muchas plantas equipadas de esa forma (en México, el caso de la planta de Lázaro Cárdenas). En las plantas grandes puede haber dos o tres líneas de granulación, pero aún así conviene usar una de ellas intercambiabilmente para diferentes productos de forma que la estructura global de la producción pueda modificarse para adecuarla a la demanda del mercado.

Por otra parte, el fosfato ácido tiene que competir contra sí mismo. Nos referimos aquí al fosfato ácido de calcio producido por Agrogen, empresa ubicada en la ciudad de Querétaro.

Esta empresa domina por completo el mercado, ya que el FAC es un producto que no se importa debido a sus altos costos además, de que tiene el privilegio de estar cerca de los principales consumidores como son: los estados de México, Puebla, Guanajuato y Querétaro.

Sin embargo, aunque nuestro mercado es el tercero en importancia de acuerdo al consumo histórico de 1980 a 1991, pensamos que contamos con una ventaja que nos permitiría incursionar en parte del mercado con el que cuenta la compañía queretana. Esta ventaja consiste en un menor costo de producción debido a que se cuenta con ácido sulfúrico metalúrgico de desecho, cuyo origen se encuentra en el centro de la zona de consumo del fertilizante.

#### **1.4.5 Mercado Objetivo**

Los mercados de las regiones de Lerma y Valle de México están dominadas por la empresa queretana Agrogen. Para incursionar en ellos, se requiere disponer de materias primas más económicas que permitan reducir costos y de mejores políticas de comercialización que con las de esta empresa. En un futuro cercano, es difícil poder tener una buena participación del mercado de estas zonas, a pesar de que el mismo es el más grande del país.

Las regiones Noreste, Sureste y Noroeste, tienen consumos muy pobres de fosfato ácido y la oportunidad de negocio a través de la instalación de una planta, no parece ser muy atractiva.

Por estas razones, elegimos la región Centro-Norte como el mercado objetivo; pues independientemente de ser la tercera región más consumidora de este fertilizante, tiene un

mercado de buen tamaño y con expectativas de crecimiento debido a los aumentos en la producción agropecuaria que se espera que se den en esa zona. Los programas gubernamentales de apoyo al campo se reactivarán además de que llegará inversión privada.

#### **1.4.6 Demanda Futura**

El consumo de cualquier fertilizante se ve afectado por los siguientes factores:

- superficie programada para siembra.
- dosis recomendada de nutriente.
- precios de los fertilizantes.

La superficie programada para siembra se determina en función del tipo de cultivo y de la superficie agrícola disponible para siembra. La Secretaría de Agricultura, Recursos Ganaderos y Desarrollo Rural (SAGAR), es la que elabora el programa de suelo disponible para sembrar durante el ciclo agrícola venidero, y lo realiza en base a sus propias investigaciones y pronósticos. Dependiendo de la superficie programada para sembrar, se puede tener una estimación de la cantidad de fertilizante que se necesitará.

Sabiendo las características del suelo en cuanto a los nutrimentos que tiene disponibles, se recomienda una dosis de nutrientes que es necesario administrar, para que los cultivos se desarrollen de manera adecuada. Conociendo esta dosis, se establece la cantidad de fertilizante que se requiere para administrarla. Esta dosis también se encuentra en el programa agrícola del ciclo venidero, publicado por la SAGAR.

Los precios también son un factor de decisión al elegir el tipo de fertilizante a emplear. Siempre se debe determinar el precio por unidad de nutriente, y no por unidad de producto. Cuando se determinan los kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio que hay en una tonelada de fertilizante, se calcula entonces el precio por tonelada de nutriente y podemos decidir cuál fertilizante comprar. Si el precio por tonelada de fósforo es más barata en el fosfato ácido de calcio que en el superfosfato triple, entonces la elección será comprar fosfato ácido de calcio.

El mercado objetivo que se pretende atacar es el de la región Centro-Norte del país, y se pronosticará el consumo para dicha zona.

Para pronosticar la demanda se diseñó un modelo que fuera sensible a los tres factores anteriormente descritos, así como a una demanda histórica en la región.

Basándose en datos de superficie sembrada, dosis recomendada, precios de los fertilizantes (FAC, SFT, DAP) y consumo de los mismos (FAC, SFT, DAP), se elaboró un modelo que permitiera pronosticar la demanda futura del fosfato ácido de calcio y que es el siguiente:

$$\text{Demanda Histórica} + \left( \left( \frac{V_{st}}{V_t} \times \frac{P_{st}}{P_{fac}} + \frac{V_{dap}}{V_t} \times \frac{P_{dap}}{P_{fac}} + \frac{V_{fac}}{V_t} \right) - 1 \right) \times \frac{\text{Superficie sembrada} \times \text{dosis}}{20}$$

*Demanda Histórica:* Es una demanda promedio de la región Centro-Norte del país.

*V<sub>st</sub>:* Volumen de fósforo consumido por medio del superfosfato triple.

*V<sub>dap</sub>:* Volumen de fósforo consumido por medio del fosfato diamónico.

*V<sub>fac</sub>:* Volumen de fósforo consumido por medio del fosfato ácido de calcio.

*V<sub>t</sub>:* Volumen total de fósforo consumido.

*Pst*: Precio por tonelada de fósforo consumido por medio del superfosfato triple.

*Pdap*: Precio por tonelada de fósforo consumido por medio del fosfato diamónico.

*Pfae*: Precio por tonelada de fósforo consumido por medio del fosfato ácido de calcio.

*Superficie sembrada*: Total de hectáreas sembradas en la zona Centro-Norte para los cultivos de maíz, papa y frijol.

*Dosis*: Dosis recomendada de nutriente, fósforo para este caso, que se debe aplicar a los cultivos de maíz, papa y frijol. Está expresada en toneladas/hectárea.

20: El número veinte es el porcentaje de fósforo que contiene el fosfato ácido de calcio.

Nota: Los volúmenes se expresan en toneladas y los precios en dólares de los E.U.A.

Este modelo pronostica la demanda tomando como base la demanda histórica promedio de la región Centro-Norte de México. Esta demanda promedio puede verse afectada debido a la comparación de precios que hace el agricultor entre el fosfato ácido, el superfosfato triple y el fosfato diamónico. Si el precio por tonelada de nutriente del fosfato ácido es inferior al de los otros dos fertilizantes, la demanda de éste aumentará. En caso contrario, el agricultor preferirá comprar alguno de los otros fertilizantes y la demanda del fosfato ácido será menor.

El término  $\frac{\text{superficie sembrada} \times \text{dosis}}{20}$  transforma los datos expresados en toneladas de nutriente a toneladas de producto.

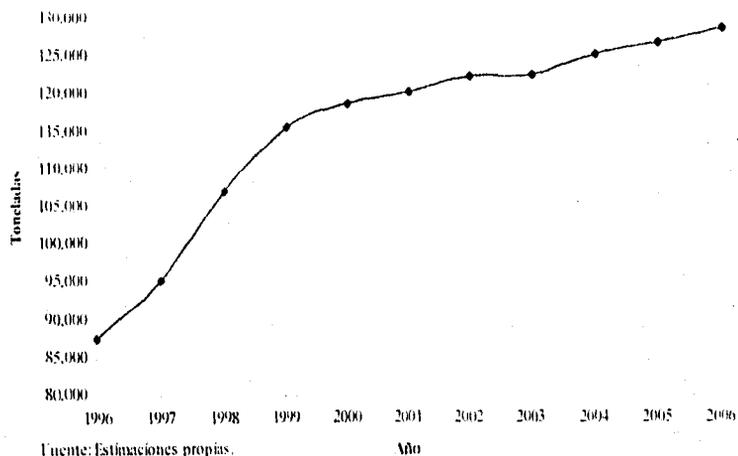
Los pronósticos son a once años dentro de la zona que se pretende abastecer y son los siguientes:

**CUADRO 13.- DEMANDA  
DE F.A.C.**

| <b>Año</b> | <b>Consumo<br/>(tona)</b> |
|------------|---------------------------|
| 1996       | 87,697                    |
| 1997       | 95,345                    |
| 1998       | 107,231                   |
| 1999       | 115,720                   |
| 2000       | 118,813                   |
| 2001       | 120,344                   |
| 2002       | 122,518                   |
| 2003       | 122,710                   |
| 2004       | 125,410                   |
| 2005       | 126,921                   |
| 2006       | 128,723                   |

Fuente: Estimaciones propias.

GRÁFICA 4.- DEMANDA DE F.A.C. 1996-2006



Como se puede apreciar, el consumo se estima mayor a 110,000 ton/año a partir de 1999, alcanzando su máximo en el año 2006 cuando se pronostica una demanda de 128,723 ton. El promedio del consumo anual es de 115,585 toneladas. La tasa media de crecimiento anual para estos once años es del 4%.

Esta información nos será de mucha utilidad más adelante, para determinar el tamaño de la planta.

## 1.5 IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES

### 1.5.1 Superfosfato Triple (SFT)

**CUADRO 14.- IMPORTACIONES DE SUPERFOSFATO TRIPLE**  
(miles de toneladas)

| 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 362  | 309  | 266  | 250  | 24   | 6    | 0    | 1    | 6    | 7    | 23   | 3    | 7    |

Fuente: Sistema de Información Comercial de México, SECOFI.

Las importaciones de SFT han disminuido debido a que en 1987 entró en operación la planta de FERTIMEX ubicada en Lázaro Cárdenas. Con dicha fábrica, se pudo abastecer muy bien el mercado nacional

**CUADRO 15.- EXPORTACIONES DE SUPERFOSFATO TRIPLE**  
(miles de toneladas)

| 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 0    | 0    | 25   | 0    | 6    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 26   | 29   |

Fuente: Sistema de Información Comercial de México, SECOFI.

Prácticamente no ha habido exportaciones de superfosfato triple porque la industria nacional apenas si se da abasto para surtir la demanda nacional. La capacidad instalada no es muy grande, lo que provoca que no haya excedentes en la producción que permitan la exportación.

### 1.5.2 Fosfatos de amonio (DAP y MAP)

CUADRO 16.- IMPORTACIONES DE MAP Y DAP  
(miles de toneladas)

|                           |     |     |    |    |    |   |    |   |   |    |     |     |    |
|---------------------------|-----|-----|----|----|----|---|----|---|---|----|-----|-----|----|
| Fosfato Monoamónico (MAP) | 0   | 0   | 0  | 0  | 40 | 0 | 0  | 0 | 1 | 13 | 78  | 150 | 63 |
| Fosfato Diamónico (DAP)   | 100 | 212 | 21 | 83 | 19 | 0 | 51 | 0 | 1 | 51 | 217 | 148 | 35 |

Fuente: Sistema de Información Comercial de México, SECOFI.

Las importaciones para fosfato monoamónico y fosfato diamónico se han venido incrementando en los últimos dos años. Esto se debe a que prácticamente no había producto nacional y sí en cambio, los agricultores demandaban ambos tipos de fertilizantes. Esto dio origen a empresas comercializadoras de fertilizantes que lo único que hacen es importar éstos, sobre todo de países de Europa del Este, pues los venden muy baratos ya que requieren divisas para sostener su economía. Esto ha hecho que el negocio de la importación de estos dos fertilizantes sea muy atractivo.

CUADRO 17.- EXPORTACIONES DE DAP  
(miles de toneladas)

|                         |   |   |   |   |   |    |    |     |     |     |      |       |     |
|-------------------------|---|---|---|---|---|----|----|-----|-----|-----|------|-------|-----|
| Fosfato Diamónico (DAP) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 77 | 452 | 243 | 134 | 0.08 | 0.084 | 278 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|----|----|-----|-----|-----|------|-------|-----|

Fuente: Sistema de Información Comercial de México, SECOFI.

Aquí se refleja la disminución en la producción debido al cierre de las plantas pues en los últimos dos años, han sido mínimos los movimientos que se han registrado en las exportaciones.

## **CAPÍTULO 2**

### **COMERCIALIZACIÓN**

#### **2.1 DEFINICIÓN DE COMERCIALIZACIÓN**

Se entiende por comercialización a las actividades de distribución, transporte, promoción y venta. Objeto de la comercialización es cuidar de que se disponga fácilmente de fertilizante idóneo en lugar adecuado y en momento oportuno, y convencer al agricultor de que debe comprarlo y utilizarlo. Todas estas funciones son de importancia capital.

Los costos involucrados en la comercialización de los fertilizantes son: almacenamiento, pérdidas de productos, transporte, maniobras y costos de los propios fertilizantes, principalmente.

Las necesidades totales de capital para la comercialización pueden ascender a una cantidad igual o muy aproximada, a la necesaria para costear las instalaciones de producción. Los gastos de comercialización comprenden los de los medios de transporte y los de establecimiento de centros de venta regionales dotados de instalaciones para la mezcla a granel o la granulación, el ensacado y el almacenamiento. También incluyen el costo de los centros comarcales de distribución y los gastos financieros correspondientes al almacenamiento de material y a la obtención de créditos.

## 2.2 PRODUCTO

El fosfato ácido de calcio se ofrecerá en dos presentaciones: a granel y ensacado. La presentación a granel está destinada a aquellos clientes dedicados a la elaboración de mezclas de fertilizantes "bulk blending" y que tienen la infraestructura adecuada para el manejo de productos a granel, de manera que evitan mermas en el producto. Hay que aclarar que estos clientes son, por lo general, empresas dedicadas a la elaboración y venta de mezclas.

La presentación en sacos está destinada a los agricultores, mismos que no cuentan con infraestructura para el manejo a granel y que debido a la poca cantidad que compran de manera individual prefieren el manejo de sacos.

Hay fertilizantes que se venden en forma de polvo y otros que se venden en forma de hojuelas. La única diferencia para el productor, es instalar una máquina briqueteadora que comprime el producto hasta formar las hojuelas. Sin embargo para el consumidor la presentación en hojuelas es mejor pues evita que al aplicar el producto, éste sea arrastrado por el viento y no se deposite sobre la tierra, como ocurre con la presentación en polvo. Por esta razón se decidió producir el fertilizante en forma de hojuela.

### 2.3 DISTRIBUCIÓN, PROMOCIÓN Y VENTA

En la mayoría de los casos, además de los servicios de almacenamiento en fábrica, se han de disponer centros que, a nivel de región o de localidad, se encarguen de almacenar y distribuir el fertilizante tan pronto como se necesite. Hay que elaborar estimaciones precisas de la demanda en cada una de estas localidades a fin de que cada centro pueda abastecerse antes de que surjan las correspondientes necesidades estacionales, mismas que para el caso del fosfato ácido se dan en los meses de marzo a mayo.

Para hacer más eficiente y oportuna la distribución se ubicarán bodegas en plazas estratégicas para que de ahí, se envíe el producto a los consumidores. La distribución será fábrica-bodega-consumidor final, evitando la presencia de comercializadores que pueden encarecer el fertilizante al agricultor. Solamente para los clientes que se dedican a la elaboración de mezclas, la distribución será fábrica-bodega-mezclador-consumidor final. Hay que resaltar que la elaboración de mezclas es un valor agregado que se le da al fertilizante.

La venta de fertilizantes es rentable si no se descuidan aspectos tan importantes como no producir más fertilizante del que se pueda vender, mantener existencias suficientes, no incurrir en maniobras innecesarias, tener un adecuado almacenamiento que conserve la presentación del producto, dar una completa rotación a los inventarios evitando con esto y otras previsiones, las mermas de sus productos. El tema de los inventarios se tratará en el capítulo del estudio técnico.

Para aumentar las ventas es importante ofrecer el servicio de asistencia técnica. Una buena estrategia para divulgar las características y propiedades de un fertilizante, es la

elaboración y distribución de volantes, trípticos, folletos y boletines técnicos. Asimismo, hacer promociones por radio, desplegados en los periódicos, en las revistas y participación en ferias y exposiciones regionales. Esta promoción se hará hacerse en la región objetivo del proyecto.

Para demostrar los beneficios de la fertilización con fosfato ácido de calcio, se rentarán algunas parcelas a los agricultores en las cuales, se cultivará utilizando este fertilizante para que puedan comprobar los beneficios de la utilización del producto. Las parcelas demostrativas requieren tiempo, dinero y esfuerzo, pero los agricultores aprenden viendo. Hay que asegurarse de invitar a éstos, a técnicos, a autoridades y a representantes de los medios de información, con el fin de explicarles la tecnología de producción disponible.

Sólo hay tres maneras de que el fertilizante resulte más provechoso, a saber:

- a) Reduciendo su costo,
- b) Aumentando su eficacia, y
- c) Subiendo el precio de los productos agrícolas.

En relación con el costo del fertilizante, lo primero que hay que hacer es maximizar la eficiencia de los sistemas de producción y de comercialización. La eficacia del fertilizante puede aumentarse equilibrando mejor los nutrientes, aplicándolos en momento y lugar más oportunos, perfeccionando las prácticas de cultivo, de control de agua y de las malas hierbas, e intensificando la labor de protección de los cultivos contra las plagas y otras enfermedades.

## 2.4 ANÁLISIS DE PRECIOS

La manera más común de fijar el precio es a partir del costo más una utilidad. Esto significa que una vez que se ha obtenido el costo total del producto (costos de producción + costos administrativos + costos de ventas + etcétera), se le adiciona una ganancia y el valor obtenido, es el precio de venta.<sup>6</sup>

Se reseñan a continuación algunos de los factores que directa o indirectamente, influyen en el precio del fertilizante puesto en la zona de labranza:

1. Política de producción de fertilizantes, que determina la disponibilidad local de materiales fertilizantes y su costo en relación con el de los materiales importados.
2. Subvenciones directas a los fertilizantes, que reducen el precio que ha de pagar el agricultor (a partir de 1991, no operan en México).
3. Políticas cambiarias, que influyen en el precio a que pueden importarse los fertilizantes terminados o las materias primas o intermedias para su producción.
4. El grado de protección proporcionado a los fabricantes locales de fertilizantes o a los productores de sus materias primas, y la medida en que los aumentos de costos repercutan a los consumidores.

---

<sup>6</sup> cfr Stanton J., William, Fundamentos de Mercadotecnia, México, Ed. McGraw-Hill, 1985, (3a. ed), p.297

5. La estructura del mercado del sector de producción y comercialización de fertilizantes, que influyen en el grado en que los precios del mercado reflejan costos auténticos de producción y comercialización.

6. Las disposiciones crediticias, por las que el agricultor puede comprar sin demora la cantidad de fertilizantes que necesite y evita que, por los créditos que recibe, le carguen intereses superiores a los intereses comerciales normales.

7. Los impuestos o primas que se apliquen a la distribución de fertilizantes, y que influyen en el precio del fertilizante puesto en la parcela.

8. Costo por unidad de nutriente para la elección del tipo de fertilizante (precio L.A.B. + flete + mano de obra + utilidad).

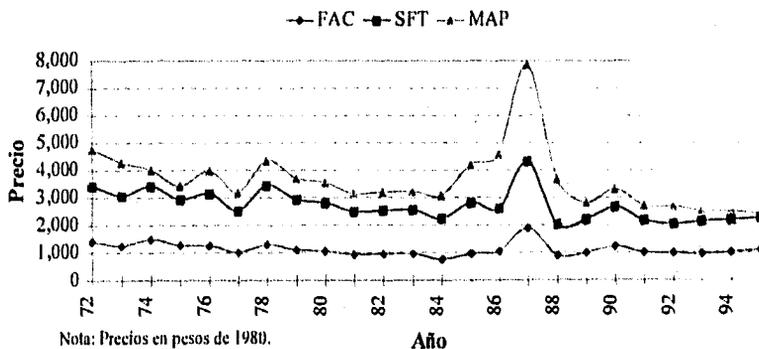
A continuación se muestra la serie histórica de los precios del fosfato ácido de calcio a precios constantes de 1980, para el período de 1972-1995.

**CUADRO 18.- SERIE HISTÓRICA DE PRECIOS 1972 - 1995**  
(pesos de 1980 / tonelada)

| ANO  | FAC 1/ | SFT 2/ | MAP 3/ | ANO  | FAC 1/ | SFT 2/ | MAP 3/ |
|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|
| 1972 | 1,402  | 3,432  | 4,781  | 1984 | 760    | 2,255  | 3,084  |
| 1973 | 1,257  | 3,078  | 4,289  | 1985 | 967    | 2,823  | 4,219  |
| 1974 | 1,491  | 3,431  | 4,016  | 1986 | 1,063  | 2,618  | 4,597  |
| 1975 | 1,276  | 2,937  | 3,437  | 1987 | 1,908  | 4,325  | 7,849  |
| 1976 | 1,270  | 3,161  | 3,988  | 1988 | 898    | 2,034  | 3,692  |
| 1977 | 1,013  | 2,530  | 3,193  | 1989 | 1,003  | 2,215  | 2,810  |
| 1978 | 1,301  | 3,458  | 4,363  | 1990 | 1,232  | 2,673  | 3,323  |
| 1979 | 1,104  | 2,935  | 3,704  | 1991 | 1,004  | 2,179  | 2,709  |
| 1980 | 1,059  | 2,815  | 3,552  | 1992 | 988    | 2,049  | 2,684  |
| 1981 | 940    | 2,498  | 3,152  | 1993 | 950    | 2,150  | 2,523  |
| 1982 | 954    | 2,536  | 3,200  | 1994 | 1,010  | 2,198  | 2,500  |
| 1983 | 965    | 2,566  | 3,237  | 1995 | 1,105  | 2,263  | 2,418  |

1/ FAC: Fosfato ácido de calcio 2/ SFT: Superfosfato triple 3/ MAP: Fosfato de amonio  
Fuente: Estadística de precios, FERTIMEX.

**GRÁFICA 5.- SERIE HISTÓRICA DE PRECIOS**  
1972 - 1995



La gráfica muestra una tendencia a la baja con un precio promedio para dicho periodo de 1,122 \$/ton, alcanzando un precio máximo de 1908 \$/ton, en el año de 1987 y un precio mínimo de 760 \$/ton en 1984.

Esta tendencia a la baja es reflejo de los precios subsidiados que hubo durante todos estos años. Año con año, el Gobierno subsidiaba más los precios de los fertilizantes y es por eso que no se puede hacer un análisis adecuado a los precios del mercado.

Fue hasta 1991 cuando Fertimex comienza su proceso de privatización, que el Gobierno ya no interviene en la regulación de precios y éstos quedan sujetos solamente a las leyes de oferta y demanda. El precio con el que finalizó 1994 fue de 1,105 \$/ton con lo que se aprecia una recuperación del mismo.

Los precios a julio de 1996, en moneda corriente, muestran que el fertilizante más caro es el monofosfato de amonio (MAP), seguido por el fosfato diamónico (DAP), el superfosfato triple (SFT) y el fosfato ácido de calcio (FAC). Se espera que este comportamiento se siga dando, pues si nos referimos a las cifras históricas anteriormente presentadas, observamos que siempre el fertilizante de menor precio es el fosfato ácido de calcio.

**CUADRO 19.- PRECIOS DE FERTILIZANTES FOSFATADOS  
(U.S.D. / tonelada)**

| FAC | SFT | DAP | MAP |
|-----|-----|-----|-----|
| 135 | 190 | 236 | 254 |

Fuente: Green Markets, Julio 15, 1996, vol.20, número 29, p.p. 4-5.

## **2.5 PLAZAS DE VENTA**

Hasta este momento solamente se cuenta con una macrolocalización del mercado objetivo, que es la región Centro-Norte del país. Ahora es momento de determinar todas las localidades en las que hay que tener distribución de producto. Se elegirán plazas que sean importantes centros productores de maíz, papa o frijol y que por lo tanto, son consumidores de fosfato ácido de calcio.

**CUADRO 20.- PATRÓN DE CONSUMO DURANTE 1997 EN  
LAS PRINCIPALES PLAZAS CONSUMIDORAS DE SFS**

| <b>ESTADO/LOCALIDAD</b> | <b>VOLUMEN<br/>(miles (pa))</b> | <b>PORCENTAJE DE CONSUMO<br/>POR CULTIVO</b> |
|-------------------------|---------------------------------|--|
| <b>AGUASCALIENTES</b>   | <b>33,990</b>                   | maíz (100%)                                  |
| Aguascalientes          | 23,690                          |  |
| Cañada Honda            | 10,300                          |  |
| <b>ZACATECAS</b>        | <b>29,870</b>                   | maíz (65%), frijol (35%)                     |
| Fresnillo               | 10,300                          |  |
| Río Grande              | 6,180                           |  |
| Sombrerete              | 13,390                          |  |
| <b>S.L.POTOSÍ</b>       | <b>12,360</b>                   | maíz (79%), frijol (21%)                     |
| S.L.Potosí              | 8,240                           |  |
| Río Verde               | 4,120                           |  |
| <b>COAHUILA</b>         | <b>9,270</b>                    | maíz (86%), frijol (9%), papa (5%)           |
| Comarca Lagunera        | 5,150                           |  |
| Saltillo                | 4,120                           |  |
| <b>NUEVO LEÓN</b>       | <b>8,240</b>                    | maíz (57%), papa (43%)                       |
| Huimafala               | 2,060                           |  |
| El Erial                | 6,180                           |  |
| <b>CHIHUAHUA</b>        | <b>7,210</b>                    | maíz (61%), frijol (38%), papa (2%)          |
| Parral                  | 2,060                           |  |
| Cantargo                | 3,090                           |  |
| Jiménez                 | 2,060                           |  |
| <b>DURANGO</b>          | <b>2,060</b>                    | maíz (57%), frijol (43%)                     |
| Guadalupe Victoria      | 2,060                           |  |
| <b>TOTAL</b>            | <b>103,000</b>                  |  |

Fuente: Estimaciones propias con datos de los "Programas Agrícolas"  
de la SAGAR.

En Aguascalientes, Sombrerete, Comarca Lagunera, El Erial y Camargo se ubicarán las bodegas de distribución, debido a que cuentan con una localización estratégica dentro de la región, que facilita la distribución hacia los demás puntos.

### LOCALIZACIÓN DE LAS BODEGAS DE DISTRIBUCIÓN Y DE LAS PLAZAS CONSUMIDORAS



## 2.6 ASISTENCIA TÉCNICA

De gran ayuda en la comercialización es la asistencia técnica que el distribuidor de fertilizantes pueda ofrecer, tal como la determinación del tipo de suelo en el que se va a trabajar y en función de éste, utilizar el fertilizante más adecuado.

Para proporcionar el tipo de fertilizante más apropiado para los diversos cultivos y las diversas comarcas, quizá convenga dotar de instalaciones de mezcla a los centros de distribución. Estas instalaciones pueden ser para mezcla simple, mezcla a granel o granulación. Se pueden añadir nutrientes secundarios o micronutrientes cuando haya necesidad local de los mismos. Para que estos centros de comercialización resulten eficaces hay que establecer la debida coordinación con las recomendaciones emanadas de grupos de investigación y con los programas de educación en materia agronómica.<sup>7</sup>

Los fertilizantes se desempeñan mejor en suelos que tengan un pH neutro, es decir, que tengan un valor de siete. Sin embargo, esto casi nunca sucede y es por esto, que se debe utilizar el fertilizante adecuado que contrarreste el efecto ácido o básico del suelo. El fosfato ácido de calcio es un fertilizante que es conveniente utilizar en suelos básicos, debido a que contiene gran acidez. Los suelos básicos, no tienen disponibles para las plantas algunos elementos menores como pueden ser el fósforo, el cual se precipita o se absorbe a las partículas del suelo, o reacciona con otros elementos como el calcio y el fierro, convirtiéndose en fósforo no disponible para las plantas.

---

<sup>7</sup> cfr. Manual de fertilizantes, op.cit. (nota 3) p.19.

A los suelos ácidos es necesario suministrarles otro tipo de fertilizantes y encalarlos, esto es, agregarles cal, ya que esta reduce la acidez de los suelos, mejorando las propiedades físicas, estimulando la actividad microbiana, facilitando la disponibilidad de elementos nutritivos para la planta, proporcionando calcio y magnesio a los cultivos y favoreciendo la fijación del nitrógeno atmosférico.

También dentro de la asistencia técnica hay que recomendar algún método de aplicación del fertilizante, como puede ser la distribución uniforme sobre la superficie ("voleo"); la colocación del fertilizante en franjas ("banda") y la colocación en sitios específicos en el suelo ("mateado").

El fosfato ácido debe aplicarse en presembrado o al momento de la siembra, de lo contrario, los rendimientos de las cosechas se abaten y por lo tanto los ingresos son menores. Un fertilizante bien aplicado favorece los cultivos del año siguiente, ya que se aprovechan los nutrientes que quedan en el suelo como reserva incrementando su fertilidad. Hay que observar que aunque la parte principal del negocio es la venta del fertilizante, no se debe recomendar una aplicación excesiva del mismo, ya que además de ser antieconómico, esto provoca un desorden nutricional en los cultivos y reduce los rendimientos.<sup>8</sup>

Toda esta información debe proporcionarse al agricultor y debe formar parte de una política de ventas y asistencia técnica al agricultor.

---

<sup>8</sup> cfr. Manual del distribuidor de fertilizantes sólidos, op.cit. (nota 1) p.114.

## 2.7 CONDICIONES CREDITICIAS

Durante el sexenio de 1988 a 1994, hubo una serie de organismos e instituciones bancarias que tenían entre sus programas de otorgamiento de créditos el apoyo al campo. Entre estos organismos podemos mencionar los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Banco de México (FIRA), el Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL), el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), el Banco de Comercio (BANCOMER), el Banco Nacional de México (BANAMEX), el Banco Nacional del Crédito Rural (BANRURAL) y en algunos casos, los gobiernos estatales y las organizaciones de productores.

Pueden ser sujetos de crédito los productores independientes y los organizados, que con recursos propios, otorguen garantía de crédito canalizado a proyectos productivos económicamente rentables. La coordinación con los bancos es esencial para que los agricultores que gozan de crédito, tengan acceso a los fertilizantes en oportunidad y cantidad suficiente.

El FIRA proporcionaba crédito de habilitación o avío para sufragar el capital de trabajo de las empresas; su plazo de amortización estaba en función de la capacidad productiva de la empresa, sin exceder de dos años. Eran sujetos de crédito, todos los productores que ofrecieran garantía de pago y quedaban fuera de los servicios institucionales por no contar con la aprobación del crédito, los productores de bajos ingresos con alto nivel de siniestra. FIRA trabaja conjuntamente con BANAMEX, mismo que juega el papel de banca de descuento.

PRONASOL se concibió como un instrumento de redistribución del ingreso, con una definida orientación social bajo esquemas diferenciales de financiamiento, que permitían favorecer a los sectores menos protegidos. Eran sujetos de crédito, los productores que tradicionalmente quedaban al margen y los que, habiendo contado con él, no respondían al criterio de crédito bancario.

FIRCO otorgó financiamiento para infraestructura rural, validación, transferencia y adopción de tecnología para el desarrollo agropecuario y forestal. Eran sujetos de crédito los productores de bajos ingresos con potencial productivo no desarrollado.

BANCOMER otorgó créditos de avío, refaccionarios para cultivos, insumos y obras de infraestructura. Eran sujetos de crédito, los productores de bajos ingresos ya sean del sector social o privado.

BANAMEX operaba conjuntamente con FIRA a fin de financiar indirectamente a productores clientes del FIRA. Dependiendo del crédito de avío, prestaba hasta un 60% del costo total de cultivo incluyendo fertilizantes; en crédito refaccionario, presta hasta un 40% del costo global del proyecto.

BANRURAL otorgaba financiamiento en efectivo para cultivos agrícolas básicos, proyectos pecuarios agroindustriales, silvícolas, pesqueros y para el pago de seguro agropecuario. El crédito de avío era a corto plazo, para la adquisición de insumos y pago de labores inherentes a los cultivos agrícolas, suministros en efectivo y con plazos de amortización de 5 hasta 24 meses. El crédito refaccionario, era a medio y corto plazo, para inversiones fijas con plazos de amortización de entre 2 y 15 años. Eran sujetos de crédito los

productores de bajos ingresos, con terreno de medio y alto potencial productivo, ya fueran del sector social o privado. No otorgó créditos a quienes no tenían programados sus cultivos.

## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DEL PROCESO

El proceso de elaboración del fosfato ácido de calcio consta de 6 etapas que son las siguientes: secado, molienda, dilución, reacción, transportación y distribución del producto, y neutralización.

##### **1a. Etapa: Secado.**

La roca fosfórica se seca en un tambor rotatorio con gases calientes de combustión de diesel, en contacto directo y flujo paralelo, hasta lograr una reducción en la humedad desde un 12% hasta un 3%. Una vez seca, se descarga y se almacena en el interior de una bodega.

##### **2a. Etapa: Molienda.**

Antes de que la mayor parte de la roca fosfórica pueda ser procesada, debe ser finamente pulverizada para que pueda obtenerse una reacción completa dentro de los límites técnicos aceptados. La roca seca, se envía a un molino para ser pulverizada. La roca entera entra al molino por medio de un alimentador neumático y se distribuye uniformemente por un juego de desviadores. El aire penetra a través de aberturas y levanta el material pulverizado adecuado, el cual se saca del molino y se recobra subsecuentemente en un colector de ciclón

monado sobre el depósito para almacenamiento. Un 70% de la roca molida debe pasar por la malla 200 (0.074 mm de abertura). El objeto de la molienda es aumentar al área de contacto entre el ácido y la roca.

### **3a. Etapa: Dilución.**

El ácido al 98% de concentración se diluye en sistema de doble dilución hasta una concentración del 70% y 60°C. El calor generado por la reacción altamente exotérmica es controlado por una torre de enfriamiento con serpentines. El ácido diluido se almacena en un tanque.

### **4a. Etapa: Reacción.**

La alimentación gravimétrica de la roca se lleva a cabo por medio de una báscula de flujo continuo a un cono donde se mezcla con el ácido al 70% de concentración, el cual se alimenta a través de dos entradas tangenciales. De esta manera se lleva a cabo la primera acidulación.

Es importante un control preciso de ambas alimentaciones a fin de usar los materiales en bruto, extrayéndoles toda la ventaja posible y asegurar un producto con concentración homogénea.

La masa formada en el cono, se descarga a un mezclador de paletas con flecha horizontal, donde se efectúa su homogeneización. El producto se descarga y se traslada por medio de un transportador cuyo movimiento sea lento. La finalidad de este tiempo de retención es lograr un cierto grado de maduración que permita un mejor manejo. Antes de ser transportado para su almacenamiento, se desmenuza por un cortador helicoidal.

El producto se almacena en una bodega por un lapso de 20-22 días, tiempo requerido para su maduración o cura antes de ser envasado. Durante el periodo de cura, las reacciones de acidulación que principian en el recipiente mezclador, continúan hasta completarse. El objeto es producir la máxima cantidad de ácido fosfórico eficiente en el fosfato ácido.

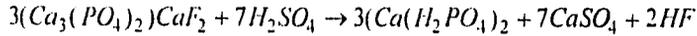
La cantidad del producto terminado se evalúa por su contenido de pentóxido de fósforo soluble en agua. La eficiencia del proceso se mide por el porcentaje de pentóxido de fósforo original en la roca que se ha convertido a la forma eficiente:

$$\% \text{ de conversión} = \frac{P_2O_5 \text{ eficiente o reaccionado}}{P_2O_5 \text{ en la roca}} \times 100$$

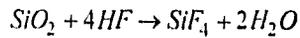
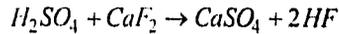
La velocidad de reacción entre la roca fosfórica y el ácido sulfúrico está regida por cinco factores:

1. Naturaleza de la roca fosfórica.
2. Grado de finura al cual es pulverizada.
3. Concentración del ácido sulfúrico.
4. Proporciones en que se mezclan el ácido y la roca.
5. Temperatura de la reacción.

Aún cuando no es posible conocer de manera precisa las numerosas reacciones químicas que ocurren en las fases de acidulación y cura de la manufactura del fosfato ácido, se acepta como razonable, que se lleve a cabo, aunque de manera simplificada, la siguiente reacción:

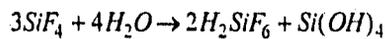


El ácido fluorhídrico puesto en libertad durante la acidulación, ataca la sílice a temperatura de 102 - 103 C como se muestra:

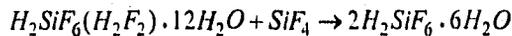


Por lo general, un aumento en la concentración o la temperatura del ácido sulfúrico o en ambas a la vez, o una agitación más prolongada y más vigorosa durante la operación de mezclado de los materiales, eleva la cantidad de compuestos fluorados y de vapor de agua liberados.

El tetrafluoruro de silicio  $\text{SiF}_4$  gaseoso volatilizado, cuando reacciona con el ácido fluorhídrico HF con la sílice, se combina con el vapor generado durante la acidulación y con el agua de las torres lavadoras, para formar el ácido fluorsilícico  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  y sílice hidratada finamente dividida:



El factor principal que afecta la volatilización del flúor durante la acidulación de roca fosfórica es el equilibrio entre el  $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y el complejo  $\text{H}_4\text{SiF}_8 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  en solución con fluoruro de silicio en fase gaseosa cuyo valor de pH es del orden de 1.0 al 1.7:



**5a. Etapa: Transportación y distribución de producto.**

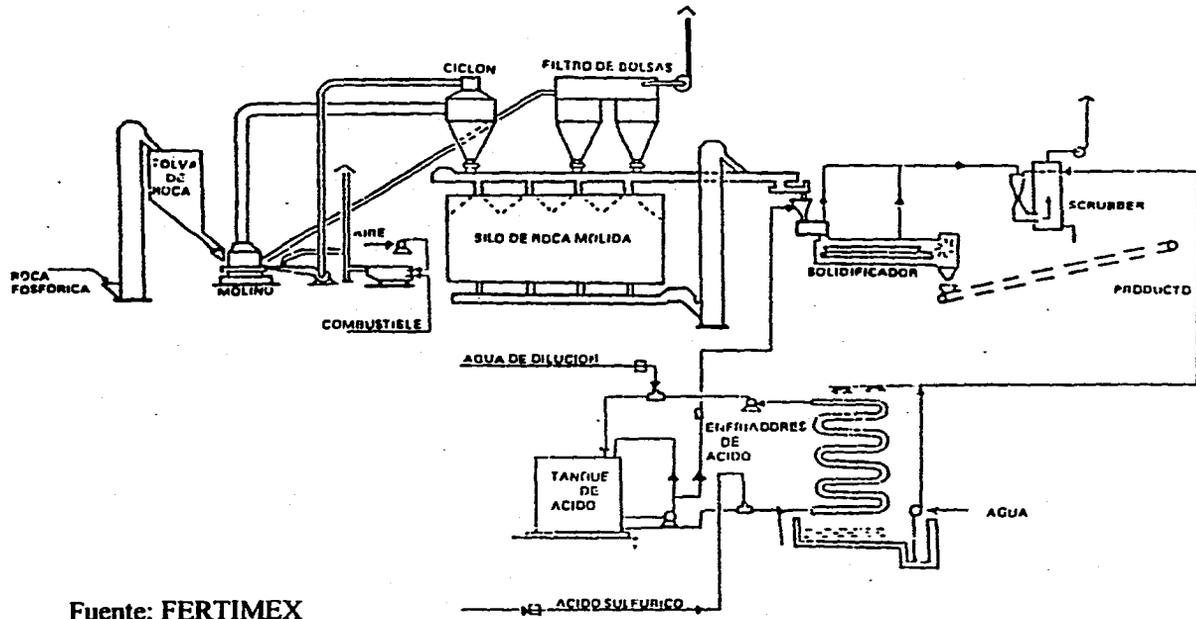
Esta etapa tiene dos partes. La primera es el transporte de producto a la bodega y la segunda, es la distribución de producto en la bodega. Todo este transporte se llevará a cabo por medio de bandas transportadoras.

**6a. Etapa: Neutralización.**

El ácido utilizado es trasladado por un sistema de neutralización. Concluida la neutralización, el ácido se descarga a una laguna de sedimentación donde se decanta lentamente, obteniéndose de esta manera un volumen de lodos que puede ser del 40-50% del agua.

Parte del agua clarificada es recirculada a la planta para el lavado de gases y el resto, se envía a la descarga general.

# PROCESO DE PRODUCCIÓN



Fuente: FERTIMEX

### 3.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

Como se mencionó con anterioridad, las materias primas para la elaboración del fosfato ácido de calcio son roca fosfórica y ácido sulfúrico.

#### **Roca fosfórica**

Las dos regiones de las cuales puede comprarse la roca fosfórica son Florida y Marruecos, esto debido al alto contenido de fosforita ( $P_2O_5$ ) que tiene las rocas de esos lugares. La concentración de fosforita promedio de la roca de Florida es 31% y de la de Marruecos es 32%.

En el siguiente cuadro aparece la evolución de los precios de la roca fosfórica de Florida y de Marruecos; hay que mencionar que ambos precios son libre a bordo, estos es, puesta la roca a bordo del barco en el puerto de origen. La roca de Florida siempre ha tenido un precio inferior al de Marruecos. Si a esto agregamos que el flete marítimo hasta México es 20% superior desde Marruecos, la mejor opción es sin duda comprar la roca de Florida.

CUADRO 20.- PRECIOS INTERNACIONALES DE  
LA ROCA FOSFÓRICA

| U.S.D./Tonelada |   |  |
|-----------------|---|--|
|                 | Fampa<br>31% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(lab) | Casablanca<br>32% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(lab) |
| 1980            |   |  |
| Primavera       | 36  | 51   |
| Otoño           | 36  | 51   |
| 1981            |   |  |
| Primavera       | 39  | 52   |
| Otoño           | 39  | 52   |
| 1982            |   |  |
| Primavera       | 35  | 45   |
| Otoño           | 32  | 43   |
| 1983            |   |  |
| Primavera       | 28  | 36   |
| Otoño           | 28  | 36   |
| 1984            |   |  |
| Primavera       | 29  | 36   |
| Otoño           | 29  | 36   |
| 1985            |   |  |
| Primavera       | 28  | 36   |
| Otoño           | 28  | 36   |
| 1986            |   |  |
| Primavera       | 29  | 37   |
| Otoño           | 29  | 37   |
| 1987            |   |  |
| Primavera       | 29  | 33   |
| Otoño           | 27  | 33   |
| 1988            |   |  |
| Primavera       | 32  | 36   |
| Otoño           | 32  | 36   |
| 1989            |   |  |
| Primavera       | 36  | 42   |
| Otoño           | 36  | 42   |
| 1990            |   |  |
| Primavera       | 35  | 42   |
| Otoño           | 35  | 42   |
| 1991            |   |  |
| Primavera       | 33  | 40   |
| Otoño           | 33  | 40   |
| 1992            |   |  |
| Primavera       | 31  | 40   |
| Otoño           | 31  | 38   |
| 1993            |   |  |
| Primavera       | 30  | 38   |
| Otoño           | 29  | 36   |
| 1994            |   |  |
| Primavera       | 29  | 36   |
| Otoño           | 29  | 34   |
| 1995            |   |  |
| Primavera       | 27  | 34   |
| Otoño           | 27  | 33   |

lab: libre a bordo.

Fuente: Report Marketing Research, Phosphate Rock, 1996.

### Ácido sulfúrico

En México hay algunas empresas de refinado de metales que generan una gran cantidad de ácido sulfúrico como subproducto. Para ellas, este ácido es inútil y muy peligroso pues los reglamentos ecológicos les prohíben desecharlo a la atmósfera y/o al drenaje, además de que su almacenamiento es muy riesgoso. Por esta razón, dichas empresas se ven obligadas a vender el ácido convirtiéndose entonces, en proveedores de esta materia prima.

Para este proyecto se investigaron los proveedores ubicados en Cananea y Torreón. Cananea ofreció un precio de 30 U.S.D./ton en su planta y Torreón un precio de 25 U.S.D./ton también en su planta. Hay que tomar en cuenta que el mercado que se quiere atacar está cercano a Torreón y que el costo del flete del ácido de Cananea a algún lugar cercano al mercado, puede superar el precio del ácido comprado en Torreón. Es por esta razón, que se eligió al proveedor de Torreón.

**CUADRO 21.- PRECIOS DEL ÁCIDO SULFÚRICO**  
(U.S.D. /ton)

|    |    |
|----|----|
| 30 | 25 |
|----|----|

Nota: Precios l.a.b, planta productor.

Fuente: Investigación directa.

### 3.3 TAMAÑO DE PLANTA

La determinación del tamaño de planta está sujeto a la demanda, la disponibilidad de materias primas, la tecnología, los equipos, el financiamiento, etcétera.<sup>9</sup>

En este proyecto las limitantes que se tienen son la demanda y la penetración del mercado. En los pronósticos de demanda realizados en el estudio de mercado, vemos que a partir del año 2001, ésta se mantiene entre las 120,000 y las 130,000 toneladas por año, alcanzando su valor máximo en el 2006. Podemos decir entonces, que durante estos seis años el mercado se mantiene estable. Por esta razón, se tomará como tamaño del mercado el volumen máximo alcanzado durante este periodo y que es de 128,723 toneladas.

También estimamos que la penetración máxima del mercado que podemos tener es del 70% al 80% del mismo, y que equivale a un promedio de 90,000 toneladas por año.

De acuerdo a estas razones, se evaluaron tres tamaños de planta y que fueron:

- 1) 80,000 toneladas por año.
- 2) 100,000 toneladas por año.
- 3) 120,000 toneladas por año.

En el anexo 1 se muestra este análisis. Una planta de 80,000 toneladas por año le queda chica al mercado, mientras que una de 120,000 toneladas por año es demasiado grande pues se acumularían demasiados inventarios. La planta de 100,000 toneladas por año mostró ser el tamaño óptimo.

---

<sup>9</sup> cfr. Baca Urbiba, G, Evaluación de proyectos, México, Ed. McGraw-Hill, 1990, (2a.ed), p.108.

### 3.4 INVENTARIOS

#### 3.4.1 Materias primas

Para nosotros, los factores que determinarán el nivel del inventario de las materias primas serán el tiempo de entrega del proveedor, el consumo que se tenga de ellas y el costo de los fletes para hacer llegar la materia prima a nuestra planta.

En el caso del ácido sulfúrico, el tiempo de entrega es de diez días y no se espera tener problemas con el mismo debido a la cercanía del proveedor. Hay dos opciones para transportar el ácido: la primera, es en pipas y la segunda, es en carros cisterna de ferrocarril. Esta segunda opción resulta más barata por tonelada de ácido debido al volumen que en ella se puede manejar. Por esta razón, el nivel de inventario que se manejará para el ácido será de dos meses, abastecidos por tres carros cisterna en cada pedido.

El caso de la roca fosfórica es similar, pues sale más barato el flete de barcos con mayor capacidad de carga. Es más barato por tonelada de roca contratar un barco de 40,000 toneladas que uno de 20,000. De acuerdo con los pronósticos de demanda del fosfato ácido y al factor de consumo de la roca fosfórica, se estima que se necesitarán de 70 mil a 80 mil toneladas al año de la misma. Por esta razón, el tamaño del inventario que se manejará será de seis meses de producción, que sería equivalente a dos barcos con capacidad para 40,000 toneladas.

### 3.4.2 Producto terminado

Le estacionalidad de la demanda es el factor a considerar para la elaboración de la política del inventario de producto terminado. El producto final no puede estar almacenado más de tres a cuatro meses pues absorbe la humedad y se endurece formando rocas, con lo que vuelve imposible su aplicación.

Los meses de mayo, junio y julio, son meses con demanda pico y en los que se debe contar con suficiente producto para abastecer el mercado. En el capítulo uno se muestra una gráfica de estacionalidad de la demanda para un ciclo agrícola típico.

La alternativa 1 del anexo 2 muestra que en junio y julio no se dispone de inventarios para abastecer por completo la demanda. Las alternativas dos y tres, muestran niveles de inventarios de uno y dos meses respectivamente, y se observa que en julio no se alcanza a abastecer por completo el mercado. La alternativa cuatro, muestra que con un nivel de inventario de 3 meses se abastece el mercado casi por completo el mercado.

Pensar en un inventario de más de tres meses no se puede, por el problema del periodo de vida del producto.

### 3.5 LOCALIZACIÓN DE PLANTA

Para determinar la localización de la planta se utilizó el método cualitativo por puntos. Este método consiste en asignar un porcentaje (peso) a cada uno de los factores considerados, de manera que su suma sea igual a la unidad. A continuación, se asigna una calificación en una escala del 1 al 10 (1=malo; 10=excelente) a cada uno de los factores dentro de cada una de las localizaciones. Se multiplica esta calificación por el peso obteniéndose una calificación ponderada y finalmente se suman todas las calificaciones ponderadas. La mejor localización será aquella que tenga la suma más alta.<sup>10</sup>

Para una correcta localización se definieron nueve factores, mismos que se consideraron los más importantes para el buen desempeño de la planta. Los factores considerados fueron: disponibilidad de materias primas; disponibilidad de mano de obra; costo de los insumos; cercanía con el mercado; servicios de transporte; abastecimiento de agua; abastecimiento de energía; eliminación de desechos; servicios de construcción, montaje y mantenimiento.

#### **Disponibilidad de materia prima.**

Es importante contar con el abastecimiento suficiente de roca fosfórica y ácido sulfúrico. La planta puede o no estar cerca de algún yacimiento de fosforita, pues aquí el único problema es el costo del flete.

En el caso del ácido sulfúrico, la distancia a la que se encuentre ubicado el proveedor sí es importante, pues es un producto cuyo manejo es riesgoso y no conviene transportarlo

---

<sup>10</sup> cfr. Baca Urbina, G, op.cit (nota 9) p.113

grandes distancias. Lo común es que las plantas de fertilizantes elaboren su propio ácido, pero también se puede encontrar un proveedor dentro de la misma localidad en donde se ubicará la fábrica.

#### **Disponibilidad de mano de obra.**

Se requiere tanto de personal calificado como no calificado. El personal calificado comprende a los operarios de la maquinaria, a los encargados del proceso, al personal de mantenimiento de la maquinaria, etcétera. El personal no calificado comprende a cargadores, empacadores de producto, etcétera.

Hay personal al que se puede traer de otras localidades como puede ser el caso de los ingenieros, pero al personal administrativo y a los obreros, no es fácil traerlos de otro lugar. Se necesita que haya oferta de trabajadores de este tipo en los lugares donde se quiere ubicar la planta. También hay que considerar los sueldos y salarios que se pagan en las diferentes localidades.

#### **Costo de los insumos.**

Este factor es fundamental, pues siempre se debe buscar un lugar en donde el costo al que se pueden comprar los insumos sea mínimo. Muchas veces los fletes elevan tanto el costo de las materias primas, que pueden sacar el producto terminado del mercado.

Por eso, hay que tener en cuenta además del precio de los insumos, el precio de los fletes.

### **Cercanía del mercado.**

Hay dos posibilidades para localizar una planta: ubicarse cerca del mercado o ubicarse cerca de las materias primas. En el caso de una planta de fosfato ácido, ésta se debe localizar cerca de ambos, pues el costo de las materias primas y del producto terminado no es muy alto y en cambio, el costo de los fletes sí lo es.

El precio de los fletes nos puede sacar del mercado por eso, se debe buscar un lugar donde el costo de éstos sea mínimo.

### **Servicios de transporte.**

El acceso a la localidad donde se ubicará la planta debe ser fácil. Debe contar con buenas autopistas para permitir el tránsito adecuado de tractocamiones que transporten la materia prima y producto terminado; además debe también contar con una buena vía de ferrocarril pues la roca fosfórica será transportada por este medio.

La ciudad misma, debe contar con servicios de transporte suficientes, que permitan a los empleados trasladarse en poco tiempo desde sus hogares hasta la planta.

### **Abastecimiento de agua.**

El suministro de agua es muy importante pues se requerirá hacer lavado de gases además del agua requerida para la limpieza de la planta y los servicios sanitarios. Para una planta de fertilizantes, el agua siempre será un insumo muy importante y por eso se debe buscar una ubicación donde ésta no sea escasa.

**Abastecimiento de energía.**

Se requiere energía eléctrica para hacer funcionar los motores de la maquinaria de la planta. Es por esto, que hay que localizar una población en donde el suministro de energía eléctrica sea suficiente y no falle, pues esto obligaría a detener la operación de la planta.

**Eliminación de desechos.**

Una planta de fertilizantes siempre deberá contar con equipo anticontaminante pues los subproductos que genera, deben recibir un tratamiento antes de ser almacenados o descargados a la atmósfera. Es por esto, que la planta debe ubicarse en un lugar en donde se permita el establecimiento de este tipo de industrias pues de lo contrario, se puede obligar a la misma al cese de sus operaciones. Esta localidad debe tener un buen sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas negras.

**Servicios de construcción, montaje y mantenimiento.**

Se debe buscar una localidad que cuente con el personal y la maquinaria suficientes para la construcción y mantenimiento de la planta. En caso de no contar con ellos, se debe buscar un lugar que esté cerca de donde sí se cuenta con ellos o por lo menos, que el acceso por carretera, avión o ferrocarril, sea rápido.

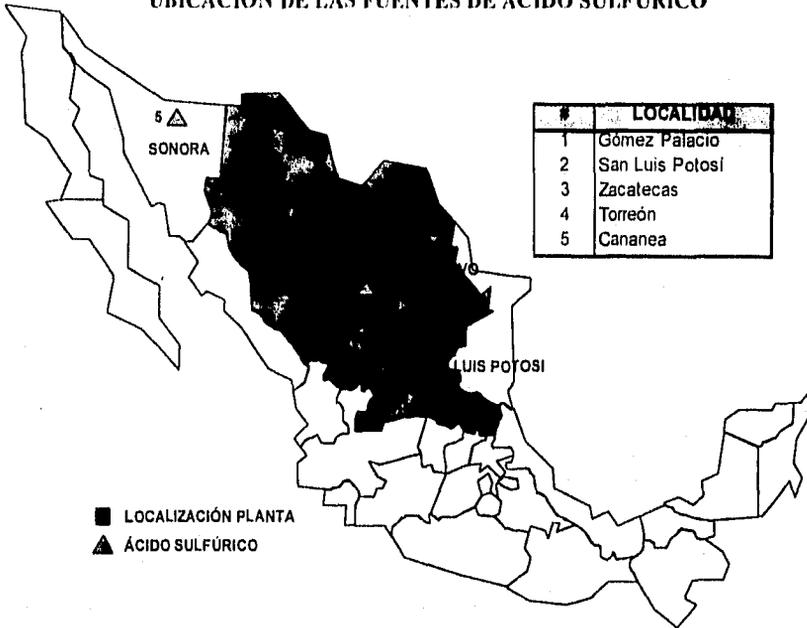
Como alternativa de localización se analizaron tres estados de la región Centro-Norte, que por su ubicación estratégica dentro de la misma (cercanía a las materias primas y/o al mercado principal), así como por las facilidades que ofrecen para la instalación de una fábrica de este tipo, son las mejores opciones. Los tres estados elegidos son Durango, San Luis Potosí

y Zacatecas. El siguiente paso, es determinar una ciudad en cada estado que sea la ubicación exacta de la planta. Estas ciudades son: Gómez Palacio, San Luis Potosí y Zacatecas. Gómez Palacio se eligió por su cercanía al mercado y a una de las fuentes de materias primas; San Luis Potosí y Zacatecas, se eligieron por estar en las zona de mayor consumo dentro del mercado objetivo y por las facilidades ofrecidas para la instalación de la fábrica.

CUADRO 22.- ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN

| Factor relevante                                   | Peso | Gómez Palacio |                  | San Luis Potosí |                  | Zacatecas |                  |
|--|------|---------------|------------------|-----------------|------------------|-----------|------------------|
|  |      | Calif.        | Calif. Ponderada | Calif.          | Calif. Ponderada | Calif.    | Calif. Ponderada |
| - M.P. disponible                                  | 0.15 | 6             | 0.90             | 2               | 0.30             | 2         | 0.30             |
| - M.O. disponible                                  | 0.15 | 8             | 1.20             | 8               | 1.20             | 7         | 1.05             |
| - Costo insumos                                    | 0.15 | 6             | 0.90             | 2               | 0.30             | 2         | 0.30             |
| - Cercanía mercado                                 | 0.15 | 8             | 1.20             | 10              | 1.50             | 10        | 1.50             |
| - Servs. Transporte                                | 0.10 | 9             | 0.90             | 10              | 1.00             | 8         | 0.80             |
| - Abastec. Agua                                    | 0.10 | 6             | 0.60             | 8               | 0.80             | 8         | 0.80             |
| - Abastec. Energía                                 | 0.10 | 9             | 0.90             | 9               | 0.90             | 8         | 0.80             |
| - Elimiu. Desechos                                 | 0.05 | 6             | 0.30             | 6               | 0.30             | 5         | 0.25             |
| - Servs. de construcción, montaje y mantenimiento. | 0.05 | 8             | 0.40             | 8               | 0.40             | 5         | 0.25             |
| <b>Suma</b>  |      |               | <b>7.30</b>      |                 | <b>6.70</b>      |           | <b>6.05</b>      |

**ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA Y  
UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE ÁCIDO SULFÚRICO**



La ciudad que obtuvo la calificación más alta de acuerdo con los factores evaluados fue Gómez Palacio, Dgo., quedando así como el lugar donde se ubicará la planta.

### 3.6 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Para realizar la distribución de la planta se utilizó el método conocido como SLP (Systematic layout planning), por ser un método que permite ubicar en un plano los diferentes departamentos que tiene una fábrica, a partir de la conveniencia de la cercanía entre ellos. Los departamentos que integran la planta son:

1. Almacén de roca.
2. Almacén de ácido sulfúrico.
3. Molienda.
4. Mezclado.
5. Dilución y enfriamiento de ácido sulfúrico.
6. Lavado de gases.
7. Maduración de producto.
8. Almacén de producto terminado.
9. Embarque.
10. Laboratorio.

La nomenclatura del orden de proximidad entre los departamentos es la siguiente:

| Código | Proximidad               |
|--------|--------------------------|
| A      | Absolutamente necesario  |
| E      | Especialmente importante |
| I      | Importante               |
| O      | Ordinaria o normal       |
| U      | Sin importancia          |
| X      | Indeseable               |
| XX     | Muy indeseable           |

Con el código de proximidad, podemos establecer la cercanía entre los diferentes departamentos. La letra A, designa a aquellos departamentos que de ninguna manera pueden estar separados como lo son molienda y mezclado. En ese orden de proximidad se sigue hasta llegar a la XX, que indica que es muy indeseable la cercanía entre dos departamentos. Un ejemplo de este caso, son los departamentos de dilución y enfriamiento de ácido y el almacén de producto terminado. Una fuga de ácido del sistema de dilución y enfriamiento, arruinaría por completo el producto terminado.

Se considera que aquellos departamentos cuya secuencia de fabricación deba ser inmediata a la del departamento anterior, deben estar juntos. Volviendo al caso de la molienda y el mezclado, éste último, es la operación inmediata a la molienda y por lo tanto, estos departamentos deben estar juntos. Otro ejemplo es el caso del lavado de gases, que es la operación que sigue al mezclado pues durante éste, se desprenden gases venenosos que no pueden descargarse a la atmósfera sin haber recibido un tratamiento previo.

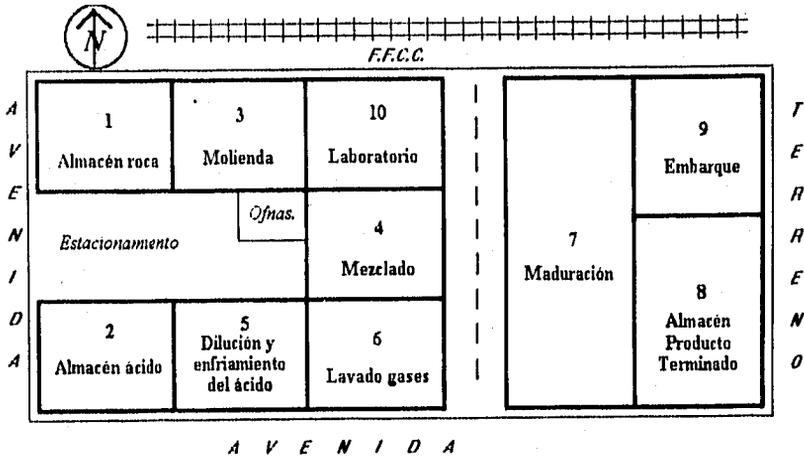
A continuación se muestra la matriz diagonal que permitirá decidir la distribución de la planta:

### MATRIZ DE PROXIMIDAD ENTRE DEPARTAMENTOS

|                      |    |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
|----------------------|----|----|----|----|----|---|---|--|--|--|
| 1. Almacén roca      | XX |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
| 2. Almacén ácido     | X  | A  |    |    |    |   |   |  |  |  |
| 3. Molienda          | X  | XX |    |    |    |   |   |  |  |  |
| 4. Mezclado          | A  | A  | X  |    |    |   |   |  |  |  |
| 5. Dil. y enf. ácido | A  | U  | U  | XX |    |   |   |  |  |  |
| 6. Lavado gases      | A  | X  | U  | X  | XX |   |   |  |  |  |
| 7. Maduración SFS    | A  | X  | U  | U  | X  | O |   |  |  |  |
| 8. Almacén P.T.      | A  | XX | U  | U  | U  | X | O |  |  |  |
| 9. Embarque          | U  | X  | XX | X  | X  | U | X |  |  |  |
| 10. Laboratorio      | U  | U  | XX | X  | X  | O | X |  |  |  |

La información de la matriz diagonal se puede traducir a un plano, siguiendo el código de proximidad, de manera que los departamentos queden con la cercanía o lejanía establecidas. La distribución de la planta se muestra a continuación:

## CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA



### 3.7 CONTROL DE CONTAMINANTES

El control de los contaminantes es necesario para:

1. Proteger la salud de los trabajadores de la fábrica y de las personas de la comunidad evitando concentraciones nocivas de elementos contaminantes en la atmósfera de la fábrica y de sus cercanías.
2. Impedir el deterioro de la calidad del agua.
3. Mantener valores estéticos que sean esenciales para tener un entorno grato.

#### **Efluentes gaseosos**

En la mayoría de los procesos de fabricación de fertilizantes se descargan gases. Los gases de combustión sólo plantean problemas de contaminación cuando contienen excesivas cantidades de impurezas o partículas.

Para evitar la contaminación por gases es necesario instalar colectores de gases y filtros que atrapen las partículas tóxicas, descargando gases limpios que no son nocivos para la salud.

#### **Fluoruros gaseosos**

Al tratar la fosforita para fabricar fertilizantes fosfatados se liberan diversos fluoruros. Los fluoruros gaseosos figuran entre los contaminantes más peligrosos.

Los superfosfatos almacenados bajo techo continúan desprendiendo gases fluorados, que pueden ser perjudiciales para la salud de los operarios. En algunos casos la ventilación de

los almacenes puede ser una solución satisfactoria, pero en algunos países, se exige la eliminación del flúor contenido en el aire extraído del almacén.

En México hay regulaciones ambientales sobre este tipo de emanaciones, por lo que lo más recomendable es instalar también colectores y filtros para gases. Como la planta estudiada utilizará fosforita, se solicitará al contratista que al elaborar el diseño de la planta considere equipo para limpieza de gases.

#### **Neblinas, humos, vapores y polvos**

El polvo de todo el equipo de manutención de materiales sólidos incluidos los tamices, suele extraerse mediante campanas extractoras de polvo. Si el polvo fino está seco, puede recogerse por medio de un sistema de conductos, y a continuación, se le hace pasar por un equipo de filtrado en bolsas que elimina el 99% de las partículas sólidas. Más difícil es eliminar las partículas o el polvo de los granuladores, secadores y refrigeradores, en los que varían la humedad y la temperatura del gas y sus partículas.

Con objeto de reducir la descarga de estas fuentes se instalarán ciclones de gran rendimiento que eliminan la mayor parte de las partículas más grandes. Los ciclones deben aislarse para impedir que se condense el gas húmedo al enfriarse. La mayor parte de estas partículas sólidas se recuperan y devuelven al proceso de molienda.

#### **Efluentes acuosos**

Los efluentes acuosos de la planta proceden de los lavadores de gas instalados para el equipo de manutención de materiales y para los tanques de reacción. Los gases de salida que contienen tetrafluoruro de silíce y polvo de fosfato se lavan con agua o con soluciones de

ácido fluorosilícico. Si este ácido no puede comercializarse por su concentración relativamente elevada de fósforo, que podría hacerlo inadecuado para transformarlo en productos comercializables, los efluentes líquidos se tratan con cal obteniéndose como subproducto fluoruro calcico impuro.

### 3.8 MAQUINARIA Y EQUIPO

El diseño y construcción de la planta quedará a cargo de un contratista solicitándose para ello, una cotización a una empresa con experiencia en el diseño y construcción de fábricas de fertilizantes.

La maquinaria recomendada por dicha firma es la siguiente:

- Un tanque para ácido sulfúrico con capacidad para 150,000 litros.
- Tres elevadores de cangilones.
- Una tolva de roca gruesa .
- Un molino de rodillos con capacidad de molienda de 20 toneladas por hora.
- Un ciclón colector de polvos.
- Un filtro de bolsas.
- Una tolva de roca molida.
- Una tolva pesadora.
- Un cono mezclador.
- Un amasador.
- Un solidificador.
- Un cortador.
- Una tolva de descarga del cortador.
- Un gusano alimentador inclinado.
- Seis bandas transportadoras.
- Una briqueteadora.

- Una ensacadora.
- Dos tolvas de descarga al área de embarque.
- Un sistema de lavado de gases
- Un sistema de enfriamiento de ácido.
- Tubería.
- Válvulas.
- 18 motores eléctricos.

A continuación se describe el funcionamiento de la maquinaria y equipo:

- Elevadores de cangilones: En la parte inferior son alimentados con producto y lo elevan para depositarlo por la parte superior en una tolva.

- Tolvas: Dosifican el paso del producto hacia el molino, bandas transportadoras, cono mezclador, etc.

- Molino de Rodillos: Muele la roca hasta dejarla con la granulometría requerida para el proceso.

- Ciclón colector de polvos: Succiona el polvo de roca del molino y lo deposita en una tolva. Si hay polvo de roca que todavía no tenga la finura requerida, lo regresa al molino para que vuelva a ser molido.

- Filtro de bolsas: Descarga a la atmósfera el aire caliente con exceso de humedad y partículas de polvo provenientes del molino de rodillos.

- Tolva Pesadora: Pesa la roca molida de manera que solamente permite el paso de la cantidad exacta requerida para la mezcla con el ácido sulfúrico.

- Cono mezclador: Embudo metálico en donde entran en contacto por primera ocasión el ácido y la roca.

- Amasador: Como su nombre lo indica, mezcla bien la roca molida y el ácido de manera que se forme una masa uniforme de producto.

- Solidificador: Permite que la masa se endurezca un poco y pueda ser cortada para hacerse más manejable.

- Cortador: Corta la masa en pequeños pedazos, permitiendo así un manejo y un almacenamiento más fácil.

- Briqueteadora: Compacta el producto final en hojuelas, dándole una mejor presentación y facilitando su administración en los cultivos.

- Ensacadora: De manera automática permite introducir el producto final en sacos, que en este caso, son de 25 kg.

- Sistema de lavado de gases: Por ley está prohibido expulsar a la atmósfera de manera directa, los gases que se generan durante la reacción entre el agua y el ácido, y entre el ácido y la roca. Es por esto que se requiere pasar esos gases por agua a presión para que se diluya la toxicidad de los mismos.

- Equipo de instrumentación: Comprende todos los medidores que se requieren para tomar las lecturas y conocer las condiciones en las que está operando la planta.

- 18 motores eléctricos: Son los que moverán las bandas transportadoras, el ciclón colector, el gusano alimentador, el molino, etcétera.

Adicional a esta maquinaria, se necesitará también de un traseabo, cinco montacargas y cinco camiones, para las maniobras de materia prima y producto terminado; de doce camionetas pick-up para transporte de refacciones y de personal en la planta, y para el transporte de los vendedores; de cinco computadoras personales, una impresora y cinco faxes para labores administrativas; de refacciones, herramientas y equipo de seguridad; y de reactivos de laboratorio para realizar muestreos de calidad en diferentes etapas del proceso.

Entre las refacciones que será necesario tener se encuentran los rodillos del molino, que hay que cambiar aproximadamente cada tres o cuatro meses; las grasas y aceites para bandas y elevadores; los cangilones de los elevadores; además de algunas piezas que se desgasten por fricción o corrosión como las de las bandas, las de los elevadores y la tubería que transporta ácido y gases.

En cuanto a la herramienta, necesitaremos pinzas de varios tipos, equipo para soldar, una sierra cortadora de metal, desarmadores, etcétera. El equipo de seguridad deberá contar con guantes, botas, lentes, cascos y extintores para todo el personal. Los reactivos de laboratorio comprenden, además de sustancias químicas, algunos matraces, tubos de ensayo, pipetas, etcétera.

A continuación se muestra el monto de la inversión en la maquinaria y equipo:

CUADRO 23.- INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPO

| CONCEPTO                     | US.D.            |
|------------------------------|------------------|
| Maquinaria y Equipo (planta) | 2,000,000        |
| Vehículos                    | 416,000          |
| Equipo de Cómputo            | 12,000           |
| Equipo Anticontaminante      | 110,000          |
| Refacciones y Herramientas   | 4,800            |
| Reactivos de Laboratorio     | 1,200            |
| Equipo de Seguridad          | 360              |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>2,546,000</b> |

## Notas:

1. Maquinaria y Equipo (planta).- Consistente en las bandas transportadoras, el molino, el cortador, el ciclón colector, los elevadores de cangilones, el equipo de instrumentación, etcétera.
2. Vehículos.- Comprende el trascabo, los montacargas, los camiones y las camionetas pick-up.
3. Equipo anticontaminante.- Se refiere al sistema lavador de gases.
4. Refacciones y Herramientas.- Cangilones, grasas, bolas para el molino, pinzas, llaves, tubería, etc.
5. Equipo de Seguridad.- Extintores, mangueras, palas, guantes, anteojos, cascos, botas.

En el siguiente cuadro se muestran los consumos unitarios de los combustibles y de las materias primas:

**CUADRO 24.- CONSUMO DE INSUMOS POR TONELADA DE PRODUCTO**

| Insumo            | Unidad                        | Consumo |
|-------------------|-------------------------------|---------|
| Energía Eléctrica | kwh / Ton Producto            | 51.000  |
| Agua              | m <sup>3</sup> / Ton Producto | 19.200  |
| Diesel            | m <sup>3</sup> / Ton Producto | 0.005   |
| Roca Fosfórica    | Ton / Ton Producto            | 0.620   |
| Ácido Sulfúrico   | Ton / Ton Producto            | 0.380   |

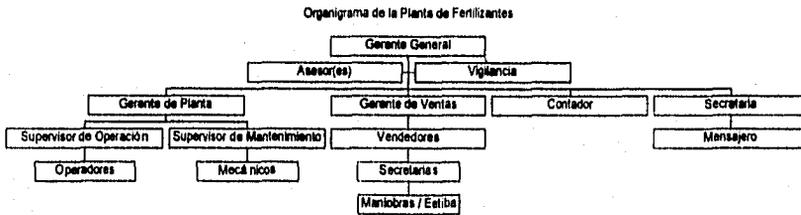
Fuente: Investigación propia.

### 3.9 MANO DE OBRA

Para el buen funcionamiento de la planta es necesario contar con personal calificado para su operación, así como con un buen soporte en el área administrativa. Se requerirá de operadores de la maquinaria, de operadores de equipo de maniobras, de supervisores de operación, de técnicos y supervisores de mantenimiento, de secretaria, de mensajero, de vigilancia, de un gerente de planta, de asesores y de un gerente general.

Así mismo, el proyecto comprende el establecimiento de bodegas en lugares estratégicos dentro de la región Centro-Norte de la República. Por esta razón, es necesario también, contar con un buen departamento de ventas.

A continuación se muestra la estructura de personal para este proyecto.



El personal para la operación se seleccionará de acuerdo al tipo de maquinaria empleada por la planta. La planta operará 3 turnos de 8 horas cada uno. El área de proceso requiere que se labore durante 3 turnos al día y las áreas administrativa y de ventas, solamente un turno.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 25.- PERSONAL ÁREA DE PROCESO

| FUNCIÓN                             | CANTIDAD | TORNOS    |
|-------------------------------------|----------|-----------|
| Operador de trascabo<br>(maniobras) | 1        | 1         |
| Operador equipo molienda            | 1        | 3         |
| Operador alimentación ácido         | 1        | 3         |
| Operador ensacadora                 | 1        | 1         |
| Supervisor de operación             | 1        | 3         |
| Mantenimiento                       | 1        | 3         |
| Supervisor de mantenimiento         | 1        | 3         |
| <b>TOTAL PERSONAL DE PROCESO</b>    |          | <b>17</b> |

CUADRO 26.- PERSONAL ÁREA ADMINISTRATIVA

| FUNCIÓN                              | CANTIDAD | TORNOS   |
|--------------------------------------|----------|----------|
| Gerente general                      | 1        | 1        |
| Asesores (staff)                     | 4        | 1        |
| Gerente de planta                    | 1        | 1        |
| Contador                             | 1        | 1        |
| Secretaria                           | 1        | 1        |
| Mensajería                           | 1        | 1        |
| Vigilancia                           | 1        | 2        |
| <b>TOTAL PERSONAL ADMINISTRATIVO</b> |          | <b>9</b> |

CUADRO 27.- PERSONAL ÁREA VENTAS

| FUNCIÓN                      | CANTIDAD | TORNOS    |
|------------------------------|----------|-----------|
| Gerente de ventas            | 1        | 1         |
| Vendedores                   | 10       | 1         |
| Secretaria                   | 6        | 1         |
| Maniobras                    | 6        | 1         |
| Estiba                       | 12       | 1         |
| <b>TOTAL PERSONAL VENTAS</b> |          | <b>35</b> |

En total se necesitarán 63 personas para el proyecto. Para poder hacer un estimado de costos para mano de obra, tenemos que establecer los siguientes puntos:

1. Los sueldos y salarios estarán en función a los salarios mínimos que se pagan en la zona norte del país.

2. Los sueldos para personal administrativo y de ventas están en función del mercado para puestos similares en la zona norte de la República Mexicana.

3. Las prestaciones serán del setenta y cinco por ciento (75%) sobre los sueldos pagados. Estas prestaciones además de incluir las de la Ley, incluyen un seguro de gastos médicos, un seguro de vida y caja de ahorro.

A continuación se muestra un estimado de costos de mano de obra:

CUADRO 28.- ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA

| Categoría                                  | Costo Unitario<br>(\$/hora) | Cantidad<br>(Horas) | Costo Anual<br>(\$/Año) |
|--|-----------------------------|---------------------|-------------------------|
| <b>Mano de Obra</b>                        |                             |                     |                         |
| Operadores                                 | 2,500.00                    | 7                   | 210,000                 |
| Supervisores de Operación                  | 5,000.00                    | 3                   | 180,000                 |
| Personal de Mantenimiento                  | 2,500.00                    | 3                   | 90,000                  |
| Supervisores de Mantenimiento              | 5,000.00                    | 3                   | 180,000                 |
| Personal de Maniobras                      | 2,000.00                    | 1                   | 24,000                  |
| <b>Total Sueldos y Salarios Directos</b>   | <b>17,000.00</b>            | <b>17</b>           | <b>684,000</b>          |
| Prestaciones                               |                             |                     | 513,000                 |
| <b>Total Costo Mano de Obra</b>            |                             |                     | <b>1,197,000</b>        |
| <b>Costos de Administración</b>            |                             |                     |                         |
| Gerente general                            | 30,000.00                   | 1                   | 360,000                 |
| Asesores (staff)                           | 30,000.00                   | 4                   | 1,440,000               |
| Gerente de Planta                          | 20,000.00                   | 1                   | 240,000                 |
| Contador                                   | 8,000.00                    | 1                   | 96,000                  |
| Secretaria                                 | 3,000.00                    | 1                   | 36,000                  |
| Mensajería                                 | 1,500.00                    | 1                   | 18,000                  |
| Vigilancia                                 | 2,500.00                    | 2                   | 60,000                  |
| <b>Costos de Ventas</b>                    |                             |                     |                         |
| Gerente de Ventas                          | 20,000.00                   | 1                   | 240,000                 |
| Vendedores                                 | 8,000.00                    | 10                  | 960,000                 |
| Secretaria                                 | 3,000.00                    | 6                   | 216,000                 |
| Maniobras                                  | 2,000.00                    | 6                   | 144,000                 |
| Estiba                                     | 1,500.00                    | 12                  | 216,000                 |
| <b>Total Sueldos y Salarios Indirectos</b> | <b>129,500.00</b>           | <b>46</b>           | <b>4,026,000</b>        |
| Prestaciones                               |                             |                     | 3,019,500               |
| <b>Total Costos Administración</b>         |                             |                     | <b>7,045,500</b>        |
| Material de Seguridad                      | 2,625.08                    |                     | 2,625                   |
| Mantenimiento                              | 1,750.06                    |                     | 1,750                   |
| Imprevistos (5% Costos Fijos)              |                             |                     | 412,344                 |
| <b>Total Otros Costos Fijos</b>            |                             |                     | <b>7,467,219</b>        |

La estimación de costos de mano de obra nos servirá más adelante, para realizar la evaluación del proyecto y saber que costos son los que más impactan al proyecto.

### 3.10 SEGURIDAD INDUSTRIAL

Debido al riesgo que existe en el manejo de algunas de las materias primas o de los subproductos, es necesario contemplar los primeros auxilios que deben proporcionarse en caso de accidente.

#### **Silice (como dióxido de silice)**

Manejo, riesgos y prevención:

Al igual que el azufre sólido, la roca fosfórica se traslada al área de almacenamiento, descargando las góndolas por medio del volteador y llevando el material por medio de las bandas transportadoras, presentándose el problema de emisión de polvos, por lo que el personal que labora en dichas zonas, debe protegerse con capuchas de tela, anteojos y mascarilla para polvos, con lo que se evita que el personal inhale y tenga un contacto mayor con el dióxido de silicio.

Debido a la poca reactividad del dióxido de silicio con las demás sustancias, una pequeña porción de éste se combina con el ácido fluorhídrico, durante la obtención del fosfato ácido de calcio, obteniéndose pequeñas cantidades de gases, como ácido fluosilícico que produce irritación a ojos, nariz y garganta. Debido a que esto puede suceder en el área de reacción, el personal debe contar con equipo de protección adecuado como mascarilla para gases ácidos por si se llegase a presentar una nube gaseosa en el proceso.

Primeros auxilios:

Uno de los problemas que se presentan es la silicosis, que inicia normalmente con una manifestación de disnea. Esto se controla evitando la exposición continua del trabajador a los

polvos, logrando que éste utilice su equipo de protección personal, acorde a las necesidades existentes que pueden estar en función del tamaño de las partículas dependiendo de su procedencia. es por esto que deben realizarse frecuentes muestreos cuantitativos y análisis de los trabajadores al polvo. A los trabajadores expuestos al polvo, se les debe practicar un examen torácico anual.

### **Ácido sulfúrico**

#### **Manejo, riesgos y prevención:**

Como todos los ácidos, se debe manejar en equipos cerrados, pues tiene acción corrosiva directa sobre los tejidos. El contacto de la piel o mucosas con el ácido sulfúrico causa ulceraciones necróticas profundas. Los tanques en donde se almacena el sulfúrico deben estar rodeados por una barda protectora que contenga al ácido en caso de derrame. Así mismo, se deben tener en excelentes condiciones los tanques a fin de evitar una ruptura que provoque un derrame.

El valor máximo permisible de ácido sulfúrico en el ambiente laboral es de 3 p.p.m. El trabajador deber estar consciente de usar su equipo de protección, principalmente mascarillas para gases ácidos. Si en el ambiente hay una cantidad mayor de 3 p.p.m. y el trabajador realiza alguna maniobra, deberá utilizar una mascarilla con línea de aire.

#### **Primeros auxilios.**

a) Quemaduras en piel o mucosas.- Lavar vigorosamente con un chorro de agua durante 15 a 60 minutos, cubrir la quemadura con una pasta de agua y óxido de magnesio que contenga a 20% de glicerina.

b) Quemaduras oculares.- Lavar los ojos con agua corriente durante 5 minutos, luego irrigarlos de 30 a 60 minutos con una solución salina normal. Cubrir los ojos con vendajes estériles, aliviar el dolor administrando analgésicos generales. Llamar al oftalmólogo para evaluación y continuación de tratamiento.

e) Inhalación.- Llevar al paciente a un lugar donde se respire fresco, mantenerlo en reposo absoluto, suministrar oxigenación boca a boca.

## CAPÍTULO 4

### EVALUACIÓN

#### 4.1. BASES DE LA EVALUACIÓN

##### 4.1.1 Resumen

A continuación se presenta un resumen de las bases de evaluación.

**CUADRO 29.- RESUMEN BASES DE LA EVALUACIÓN**

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Horizonte                            | 10 años                            |
| Moneda                               | Dólares de los E.U.A.              |
| Tipo de cambio                       | 7.7 pesos / U.S.D.                 |
| Días de operación                    | operación 330 / administración 286 |
| Depreciación                         | línea recta                        |
| Impuesto sobre la renta (I.S.R.)     | 34%                                |
| Participación de Utilidades (P.T.U.) | 12%                                |
| Financiamiento                       | Ninguno                            |

##### 4.1.2 Horizonte de la Evaluación

El horizonte de evaluación es de once años (1996 - 2006) al término de los cuales, el negocio se puede liquidar. Todas las obras de construcción de la planta se iniciarán en 1996 y comenzará a operar octubre de 1996. Las ventas iniciarán en 1997.

#### **4.1.3 Moneda / Tipo de cambio**

En la industria de los fertilizantes los costos de materias primas y de fletes, son casi siempre los que más impactan en el costo total. Además, tanto las materia primas como los fletes se cotizan en dólares de los Estados Unidos.

Por estas razones, se decidió utilizar dólares como moneda para la evaluación. La utilización de dólares constantes en lugar de corrientes se debe a la baja inflación que presenta la economía norteamericana (2-3% anual) y que permite sostener los precios durante largos períodos de tiempo. Todos los números están expresados en dólares constantes de 1996.

El tipo de cambio utilizado es de 7.70 pesos/dólar.

#### **4.1.4 Días de operación**

La planta operará durante 330 días, dejando otros 30 para trabajos de mantenimiento completando así los 360 días del año. Las áreas administrativas y de ventas trabajarán un turno de ocho horas diarias de lunes a viernes y los sábados, solamente medio día. El total de días de trabajo para estas dos áreas es de 286 días.

#### 4.1.5 Depreciación

El método para el cálculo de la depreciación es el de línea recta. Las tasas y los plazos utilizados para la depreciación son los autorizados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

**CUADRO 30.- TASAS DE DEPRECIACIÓN**

| Concepto                | Tasa  | Años |
|-------------------------|-------|------|
| Construcciones          | 5%    | 20   |
| Maquinaria              | 10%   | 10   |
| Vehículos               | 25%   | 4    |
| Equipo de cómputo       | 33.3% | 3    |
| Equipo anticontaminante | 50%   | 2    |
| Imprevistos             | 13    | 8    |

#### 4.1.6 Tasas de Impuestos y Reparto de Utilidades

Las tasas del impuesto sobre la renta y la del reparto de utilidades están de acuerdo a lo establecido por las leyes hacendarias y del trabajo.

**CUADRO 31.- TASAS DE I.S.R. Y P.T.U.**

| Concepto                             | Tasa |
|--------------------------------------|------|
| Impuesto sobre la renta (I.S.R.)     | 34%  |
| Participación de utilidades (P.T.U.) | 10%  |

#### 4.1.7 Financiamiento

Las tasas de interés que la banca comercial e instituciones de financiamiento a proyectos industriales, como Nacional Financiera, han estado cobrando durante los últimos

dieciocho meses, han hecho que se vuelva muy difícil el pago de cualquier tipo de crédito. Además, la facilidad con que estas instituciones pueden aumentar estas tasas, no nos da confianza para recurrir a ellas y financiar el proyecto. Por regla general, una institución bancaria no acompaña al empresario en el riesgo que implica un nuevo proyecto, de tal manera que no importa si el mismo tiene éxito o fracaso, pues el empresario siempre tendrá que pagar el préstamo.

Por el contrario, se puede encontrar un socio que esté dispuesto a acompañarnos en el riesgo que implica este proyecto y si éste fracasa, ambas partes asumiremos las pérdidas.

Por estas razones, preferimos buscar un socio capitalista que estuviera dispuesto a invertir en el proyecto. Afortunadamente encontramos cuatro socios que se mostraron muy interesados y que estaban dispuestos a financiar el cien por ciento del proyecto en cuatro partes iguales cada uno. Los únicos dos requisitos que estas personas establecieron fueron los siguientes:

1. El proyecto debe dar una tasa interna de rendimiento superior al 14% descontando la inflación.
2. Ser asesores del gerente general y recibir un salario por parte de la empresa.

#### 4.2. VENTAS

El plan de ventas se determinó en base a la penetración del mercado, que comenzará siendo del 50% en 1997 y llegará al 78% en el año 2006.

El resumen de las ventas y la penetración en el mercado aparece en el siguiente cuadro:

**CUADRO 32.- PLAN VENTAS / PRODUCCIÓN**

| Año  | Ventas  | Penetración (%) |
|------|---------|-----------------|
| 1997 | 48,000  | 50              |
| 1998 | 65,000  | 61              |
| 1999 | 70,000  | 61              |
| 2000 | 85,000  | 71              |
| 2001 | 85,000  | 71              |
| 2002 | 85,000  | 71              |
| 2003 | 100,000 | 78              |
| 2004 | 100,000 | 78              |
| 2005 | 100,000 | 78              |
| 2006 | 100,000 | 78              |

## 4.3 COSTOS

### 4.3.1 Fijos

Se entiende por costos fijos, aquéllos en los que se incurre independientemente de que la empresa tenga o no una labor productiva. Los costos fijos incluyen a la mano de obra; al personal administrativo; al personal de ventas; al material de seguridad (equipo contra incendio); una parte de mantenimiento, correspondiente a la conservación del buen estado de la planta, oficinas y bodegas; y una partida para imprevistos, correspondiente al 5% de los costos fijos, cantidad estimada como suficiente en este tipo de negocios.

A continuación se presenta el monto a que ascienden los costos fijos para este proyecto:

**CUADRO 33.- COSTOS FIJOS**

|  | U.S.D.           |
|--|------------------|
| Mano de obra                                   | 155,455          |
| Personal administrativo                        | 511,364          |
| Personal de ventas                             | 403,636          |
| Material de seguridad (equipo contra incendio) | 341              |
| Mantenimiento                                  | 227              |
| Imprevistos (5% costos fijos)                  | 53,551           |
| <b>Total</b>                                   | <b>1,124,574</b> |

### 4.3.2 Variables

Se entiende por costos variables, a aquéllos en los que no se incurre cuando el negocio no tiene una labor productiva. Un ejemplo de costos variables son las materias primas, la

energía, los fletes, las refacciones de la maquinaria, etcétera. Cuando un negocio está fabricando y vendiendo, siempre se tendrán los costos anteriores.

Los costos variables que tiene este proyecto se describen a continuación:

**CUADRO 34.- COSTOS VARIABLES**

| <b>Concepto</b>              | <b>Utilización</b>   |
|------------------------------|--|
| 1. Energía eléctrica         | Para la operación de la maquinaria y equipo de la planta.                        |
| 2. Agua                      | Para el proceso de fabricación.  |
| 3. Roca fosfórica            | Como materia prima   |
| 4. Acido sulfúrico           | Como materia prima   |
| 5. Diesel                    | Para la operación de la maquinaria y vehículos de la planta                      |
| 6. Refacciones               | Para la reparación de la maquinaria y equipo de la planta                        |
| 7. Material de seguridad     | Para los trabajadores de la planta (cascos, guantes, botas, lentes, mascarillas) |
| 8. Fletes                    | Para transportar el producto terminado a los puntos de venta                     |
| 9. Mantenimiento             | De maquinaria y equipo de la planta  |
| 10. Material de empaque      | Del producto terminado (sacos para envasar 25 kg.)                               |
| 11. Reactivos de laboratorio | Para realizar el control de calidad  |
| 12. Imprevistos              | Estimado como un 5% de los costos variables.                                     |

El monto de los costos variables en cada uno de los años de la evaluación, aparece en los anexos de la evaluación.

## 4.4 INVERSIÓN

### 4.4.1 Activo fijo

El activo fijo así como la inversión en éste se muestran a continuación:

**CUADRO 35.- INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO FIJO**

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| Terrenos                     | 400          |
| Construcciones               | 750          |
| Maquinaria y Equipo (planta) | 2,000        |
| Vehículos                    | 416          |
| Equipo de Cómputo            | 12           |
| Equipo Anticontaminante      | 110          |
| Gastos Preoperativos         | 90           |
| Imprevistos                  | 169          |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>3,947</b> |

Como se esperaba, la inversión más alta es la de la maquinaria y equipo. Esto se debe a que el 100% del mismo es de fabricación extranjera, además de que hay partes fabricadas sobre pedido.

### 4.4.2 Capital de trabajo

El capital de trabajo necesario para este proyecto es el siguiente: caja y bancos; inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado; refacciones, I.V.A. por cobrar; I.V.A. por pagar; I.S.R. por pagar; P.T.U. por pagar; cuentas por cobrar y cuentas por pagar.

Las políticas de capital de trabajo que se seguirán para la evaluación son las siguientes:

1. Caja y Bancos: Se considera que un nivel de diez días de costo de ventas es suficiente para poder hacer frente a las obligaciones de la empresa.

2. Cuentas por Cobrar: El promedio en la industria de los fertilizantes en México es de noventa días para cobrar.

3. Inventarios:

Materias Primas.- En el capítulo anterior se determinaron los días de inventario para el ácido sulfúrico y la roca fosfórica. Para la evaluación se utilizará el promedio ponderado de ambos y que es igual a 120 días.

Producción en Proceso.- Debido al proceso de maduración del fertilizante, que es de 28 días, se determina como razonable mantener un inventario por esa misma cantidad.

Producto Terminado.- Debido a la estacionalidad del producto, se determinó mantener un inventario de 90 días para hacer frente a la demanda de mayo, junio y julio.

4. Refacciones: Se determinó su valor en base a las mencionadas en el capítulo tres.

5. I.V.A. por Cobrar, I.V.A. por Pagar, I.S.R. por Pagar y P.T.U. por Pagar: Solamente el reparto de utilidades se estableció a noventa días, mientras que los demás conceptos se establecieron a treinta días. Esto nos permite contar con la liquidez suficiente para hacer frente a estas obligaciones.

6. Cuentas por Pagar: Al igual que las cuentas por cobrar, se tomó el promedio de la industria de los fertilizantes en México, que es de cuarenta y cinco días.

### CUADRO 36.- RESUMEN DE POLÍTICAS DE CAPITAL DE TRABAJO

| Concepto              | Días | Unidad  |
|-----------------------|------|---|
| Caja y Bancos         | 10   | días de costo de ventas                                 |
| Cuentas por Cobrar    | 90   | días de ventas brutas                                   |
| Inventarios           |      |   |
| Materias Primas       | 120  | días de costo de ventas                                 |
| Producción en Proceso | 28   | días de costo de ventas                                 |
| Producto Terminado    | 90   | días de costo de ventas                                 |
| Refacciones           | 1    | por ciento de inversión en maquinaria y equipo (planta) |
| I.V.A. por Cobrar     | 30   | días de costo de ventas al 15%                          |
| I.V.A. por Pagar      | 30   | días de ventas al 15%                                   |
| I.S.R. por Pagar      | 30   | días de I.S.R.  |
| P.T.U. por Pagar      | 90   | días de P.T.U.  |
| Cuentas por Pagar     | 45   | días de costo de ventas                                 |

En el siguiente cuadro se muestra la inversión inicial (año 1996) que es necesario hacer en el capital de trabajo:

### CUADRO 37.- INVERSIÓN INICIAL EN CAPITAL DE TRABAJO

| Concepto              | Unidad |
|-----------------------|--------|
| Caja y Bancos         | 241    |
| Inventario            |        |
| - Materia Prima       | 217    |
| - Producto en Proceso | 51     |
| - Producto Terminado  | 244    |
| Refacciones           | 20     |

Las inversiones que se realizarán a partir de 1997 se muestran en el anexo de la evaluación.

## 4.5 GASTOS

### 4.5.1 De administración

Los gastos de administración comprenden la papelería y la tramitación de permisos y licencias que son necesarios realizar para que la operación del negocio sea con total apego a la ley. Se determinó que el 1% del costo de ventas es suficiente para cubrir los gastos de administración.

El monto de éstos a lo largo del período de evaluación se muestra a continuación:

**CUADRO 38.- GASTOS DE ADMINISTRACIÓN**

|             |    |
|-------------|----|
| <b>1997</b> | 40 |
| <b>1998</b> | 50 |
| <b>1999</b> | 53 |
| <b>2000</b> | 61 |
| <b>2001</b> | 61 |
| <b>2002</b> | 61 |
| <b>2003</b> | 70 |
| <b>2004</b> | 70 |
| <b>2005</b> | 70 |
| <b>2006</b> | 70 |

### 4.5.2 De venta

Los gastos de venta se componen de dos partidas:

1. Fletes: De la planta a los puntos de venta.
2. Gastos de mercado: Publicidad y asistencia técnica al cliente

Para la estimación de los fletes se consideró un promedio del costo de los mismos, desde la fábrica hasta los diferentes puntos de venta.

A continuación se muestran los gastos de venta en los diferentes años de la evaluación.

**CUADRO 39.- GASTOS DE VENTA**  
(miles de U.S.D.)

|             |       |     |              |
|-------------|-------|-----|--------------|
| <b>1997</b> | 960   | 150 | <b>1,110</b> |
| <b>1998</b> | 1,300 | 203 | <b>1,503</b> |
| <b>1999</b> | 1,400 | 219 | <b>1,619</b> |
| <b>2000</b> | 1,700 | 266 | <b>1,966</b> |
| <b>2001</b> | 1,700 | 266 | <b>1,966</b> |
| <b>2002</b> | 1,700 | 266 | <b>1,966</b> |
| <b>2003</b> | 2,000 | 313 | <b>2,313</b> |
| <b>2004</b> | 2,000 | 313 | <b>2,313</b> |
| <b>2005</b> | 2,000 | 313 | <b>2,313</b> |
| <b>2006</b> | 2,000 | 313 | <b>2,313</b> |

## 4.6 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

### 4.6.1 Costo del capital

El costo del capital es la tasa mínima que debe ofrecer el proyecto, para que éste resulte atractivo a los inversionistas. Mientras más alta sea esta tasa, menor será el flujo de efectivo generado. Además, esta tasa debe ser mayor que la ofrecida en una inversión de cero riesgo y que casi siempre es la tasa de la deuda del Gobierno. Para el caso de México, la tasa de deuda del Gobierno es la de CETES.

El cálculo de la tasa del costo del capital involucra factores tales como el riesgo de inversión en el país, la tasa libre de riesgo que se puede obtener en ese país y el riesgo que representa la inversión en un negocio de la industria que se está evaluando. La ecuación que define a esta tasa es la siguiente:

$$TASA\ COSTO\ CAPITAL = i_r + \beta \times (i_m - i_r) + riesgo\ pais$$

$i_r$ : Es la tasa libre de riesgo y representa el costo de oportunidad de los accionistas.

$\beta$ : El coeficiente beta representa el riesgo del proyecto o de la industria específica. Este valor es calculado por empresas de consultoría financiera y varía entre 0.5 y 2.0. Un valor cercano a 0.5 indica poco riesgo, mientras que un valor cercano a 2.0 indica alto riesgo.

$i_m$ : Es el rendimiento del mercado de capitales (bolsa de valores).

$(i_m - i_r)$ : Este factor indica el rendimiento que el mercado de capitales tiene por arriba del mercado de renta fija. La multiplicación de este factor por el factor  $\beta$  ajusta el riesgo del proyecto en el que se está invirtiendo.

*riesgo país*: Es el premio que los inversionistas exigen por invertir en instrumentos o negocios de un país. Se calcula en base a la diferencia que tienen que pagar el Gobierno o las empresas del país analizado para financiarse en los mercados internacionales.

Pasemos ahora al cálculo de la tasa del costo del capital. Para determinar las tasas utilizamos las proyecciones del escenario básico de CIEMEX-WEFA para 1997.

#### CUADRO 40.- PROYECCIONES CIEMEX-WEFA 1997

| Índice                            | Tasa (%) |
|-----------------------------------|----------|
| Tasa libre de riesgo ( $i_r$ )    | 7.95%    |
| Rendimiento de la bolsa ( $i_m$ ) | 8.30%    |
| Riesgo país                       | 3.89%    |

Fuente: "Perspectivas Económicas de México" Ciemex-Wefa, julio 1996, vol. XXVIII, num 2, pag 7.34

El coeficiente  $\beta$  se obtiene de un promedio de las betas, de diferentes empresas fabricantes de fertilizantes en los Estados Unidos de Norteamérica, que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE por sus siglas en inglés) y que se publican en el "Value Line".

CUADRO 41.- COEFICIENTE DE RIESGO ( $\beta$ ) DE LA INDUSTRIA DE LOS FERTILIZANTES

| Compañía                         | $\beta$ |
|----------------------------------|---------|
| Agrium Inc.                      | 1.20    |
| Arcadian Fertilizer L.P.         | 0.78    |
| Borden Chemicals and Plastics    | 1.21    |
| Cargill Inc.                     | 1.45    |
| CF Industries Inc.               | 1.50    |
| Chevron Chemical Co.             | 1.38    |
| Continental Nitrogen & Resources | 1.75    |
| Farmland Industries Inc.         | 0.84    |
| Fertilizers & Chemicals Ltd.     | 0.98    |
| H.J. Baker & Bro. Inc.           | 1.35    |
| IMC Global                       | 1.04    |
| J.R. Simplot Co.                 | 1.21    |
| LaRoche Industries Inc.          | 1.12    |
| Mississippi Chemical Corp.       | 0.71    |
| Norsk Hydro A.S.                 | 1.50    |
| Terra Nitrogen Corp.             | 0.69    |
| Triad Chemical                   | 0.65    |
| Unocal Corporation               | 0.89    |

Fuente: The Value Line Investment Survey.

El costo del capital sustituyendo los valores en la ecuación es el siguiente.

CUADRO 42.- CALCULO DEL COSTO DEL CAPITAL

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Tasa libre de riesgo ( $i_{lr}$ ) | 7.95% |
| $\beta$                           | 1.13  |
| Coficiente ( $i_m - i_{lr}$ )     | 0.35% |
| Riesgo país                       | 3.89% |

De la tabla anterior concluimos que la tasa mínima que debe ofrecer el proyecto es del 12.23%. De lo contrario, los inversionistas preferirán invertir su dinero en instrumentos libres de riesgo como CETES o en otros negocios.

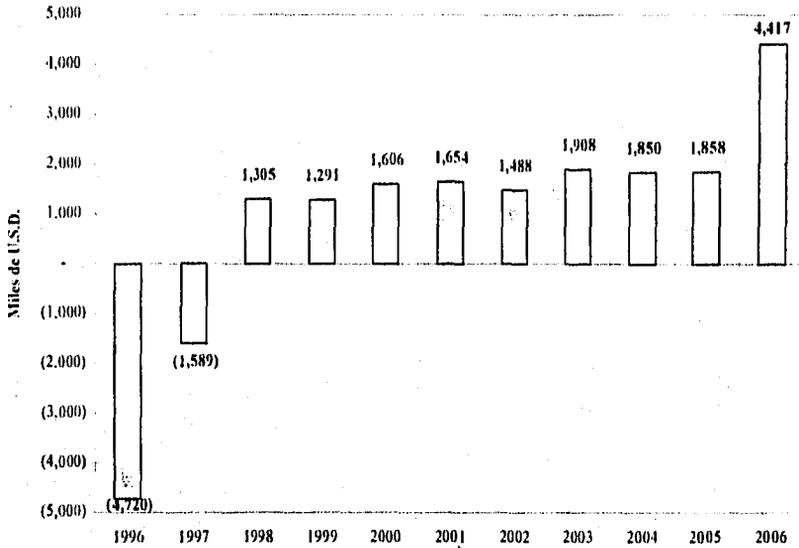
#### **4.6.2 Flujo neto de efectivo**

El flujo neto de efectivo nos indica cuánto dinero queda para repartir a los socios del negocio una vez que se cumplió con todas las obligaciones. Los flujos negativos indican que los socios tuvieron que aportar dinero al negocio; y los flujos positivos, indican el dinero que el negocio aporta a los socios.

Los flujos del primer o primeros periodos de evaluación casi siempre son negativos. La razón de esto es que reflejan las aportaciones iniciales que hicieron los socios para poner en marcha el negocio y que todavía no recuperan. Una vez pasados estos periodos, el negocio comienza a generar dinero y entonces los flujos son positivos.

Los flujos de efectivo del proyecto son los siguientes:

GRÁFICA 6.- FLUJO NETO DE EFECTIVO



Es hasta el tercer período de evaluación, que nuestro proyecto tiene un flujo positivo. El primer flujo muestra el efecto de la inversión inicial. El último año, muestra un flujo muy atractivo de 4.5 millones de U.S.D. y que es producto de la liquidación del capital de trabajo, esto es, del dinero que generó el negocio por su operación más el dinero producto de la venta de los inventarios, de las refacciones, etcétera, en el supuesto de que el negocio de vendiera en ese año.

El flujo de efectivo por sí solo, no nos permite evaluar si el proyecto es rentable o no. Se convierte entonces en una herramienta, que nos permite calcular el valor presente neto y la tasa interna de rendimiento, indicadores ambos de la rentabilidad de un negocio.

#### 4.6.3 Valor presente neto (VPN)

Una herramienta muy utilizada en la evaluación de cualquier negocio es la del valor presente neto (VPN). Esta metodología nos indica cuánto efectivo, en dinero de hoy, genera el negocio a lo largo del horizonte de evaluación y nos ayuda a determinar si el negocio es rentable o no. Si el VPN es mayor a cero, significa que el negocio es rentable; pero si es menor a cero, el negocio no es rentable.

#### CUADRO 43.- DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL NEGOCIO

| Valor VPN | Resultado           |
|-----------|---------------------|
| VPN > 0   | Si es rentable      |
| VPN = 0   | Punto de equilibrio |
| VPN < 0   | NO es rentable      |

El primer paso de este método, es determinar una tasa a la cual se descontarán los flujos y que debe ser la tasa del costo del capital. El resultado de este método de evaluación se presenta a continuación:

#### CUADRO 44.- VALOR PRESENTE NETO

| Tasa   | miles de U.S.D. |
|--------|-----------------|
| 12.23% | 2,136           |

El negocio es rentable pues el valor presente neto es mayor a cero con la tasa del costo de capital.

#### **4.6.4 Tasa interna de rendimiento (TIR)**

La tasa interna de rendimiento indica la tasa a la cual el valor presente de los flujos de efectivo es igual a cero, esto es, el negocio está en su punto de equilibrio. La TIR siempre debe ser mayor a la tasa del costo del capital para poder atraer a los inversionistas. Entre más alta es la tasa más rentable es el negocio.

De acuerdo con los flujos de efectivo generados, la tasa interna de rendimiento que se obtiene es la siguiente:

**CUADRO 45.- TASA INTERNA DE RENDIMIENTO**

| <b>Porcentaje</b> |
|-------------------|
| <b>18.40%</b>     |

El proyecto cumple con las expectativas, pues ofrece una tasa superior a la del costo del capital y por lo tanto, es atractivo para los inversionistas.

#### 4.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Un análisis de sensibilidad nos da a conocer cuáles son las variables que más impactan en el proyecto y nos permite elaborar estrategias que eviten el fracaso del mismo.

Para el caso de este proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad a cinco variables clave que impactan el valor presente neto y la tasa interna de rendimiento y que son:

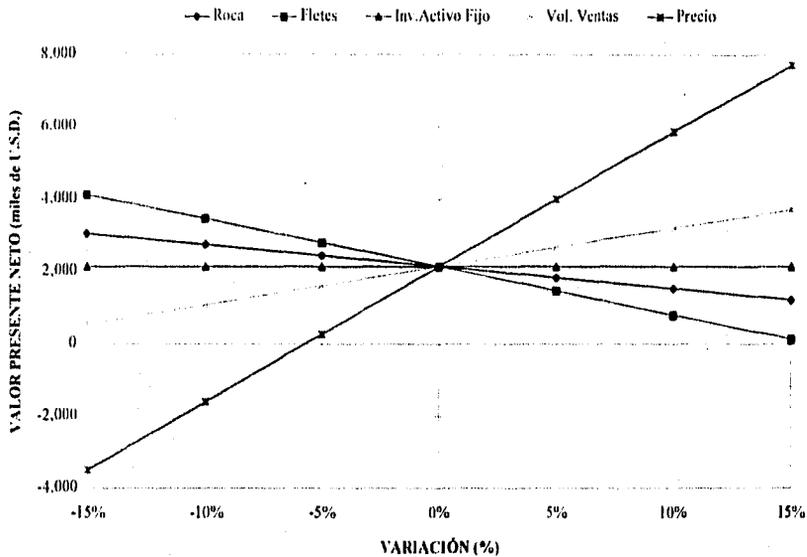
1. Precio de la roca fosfórica.
2. Costo de los fletes.
3. Inversión en activo fijo.
4. Volumen de ventas.
5. Precio de venta.

Analizaremos primero, la sensibilidad del valor presente neto a aumentos o disminuciones del 5%, 10% y 15% en el valor de las variables críticas

**CUADRO 46.- SENSIBILIDAD DEL VALOR PRESENTE NETO**

|      | Variación | Roca  | Fletes | Inv. Activo Fijo | Vol. Ventas | Precio  |
|------|-----------|-------|--------|------------------|-------------|---------|
| Base | 15%       | 1,224 | 142    | 2,136            | 3,716       | 7,734   |
|      | 10%       | 1,528 | 807    | 2,136            | 3,190       | 5,868   |
|      | 5%        | 1,832 | 1,471  | 2,136            | 2,663       | 4,002   |
|      | 0%        | 2,136 | 2,136  | 2,136            | 2,136       | 2,136   |
|      | -5%       | 2,440 | 2,801  | 2,136            | 1,609       | 270     |
|      | -10%      | 2,744 | 3,466  | 2,136            | 1,083       | (1,601) |
|      | -15%      | 3,048 | 4,130  | 2,136            | 556         | (3,493) |

GRAFICA 7.- SENSIBILIDAD A DIFERENTES VARIABLES (VPN)



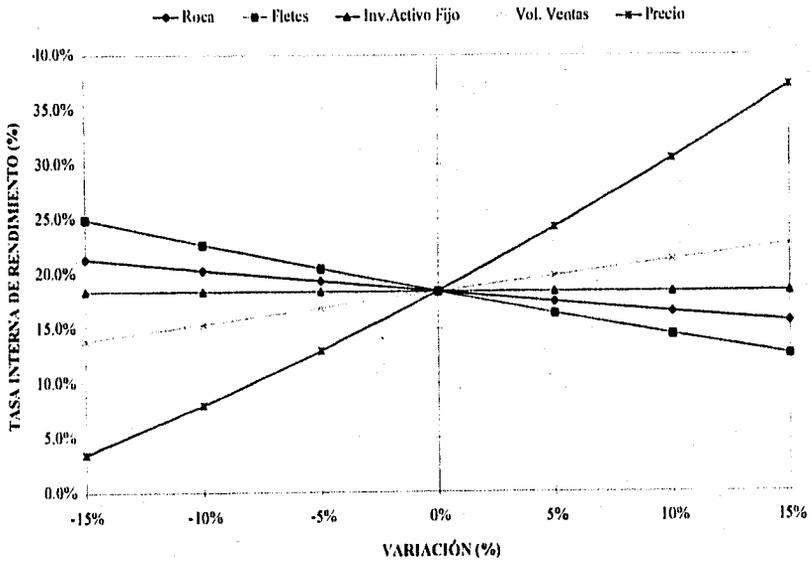
El valor presente neto es muy sensible a cambios en el precio de venta. Una disminución mayor al 5% provoca que el VPN sea negativo y el proyecto tendrá pérdidas. Por el contrario, la inversión en activo no afecta al proyecto pues un aumento o disminución del 15%, no provoca cambios en el VPN.

También se examinará la sensibilidad de la tasa interna de rendimiento a cambios del 5%, 10% y 15% en el valor de las variables críticas.

**CUADRO 47.- SENSIBILIDAD DE LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO**

|      | Variación | Roca  | Fletes | Inv. Activo Fijo | Vol. Ventas | Precio |
|------|-----------|-------|--------|------------------|-------------|--------|
| Base | 15%       | 15.6% | 12.6%  | 18.4%            | 22.7%       | 37.2%  |
|      | 10%       | 16.5% | 14.5%  | 18.4%            | 21.3%       | 30.6%  |
|      | 5%        | 17.5% | 16.4%  | 18.4%            | 19.9%       | 24.3%  |
|      | 0%        | 18.4% | 18.4%  | 18.4%            | 18.4%       | 18.4%  |
|      | -5%       | 19.4% | 20.5%  | 18.4%            | 16.9%       | 13.0%  |
|      | -10%      | 20.4% | 22.7%  | 18.4%            | 15.4%       | 8.0%   |
|      | -15%      | 21.4% | 25.0%  | 18.4%            | 13.9%       | 3.5%   |

**GRAFICA 8.- SENSIBILIDAD A DIFERENTES VARIABLES (TIR)**



Comprobamos que la variable más crítica del proyecto es el precio de venta, seguida del costo de los fletes y del volumen de venta. La inversión en activo fijo no provoca cambios en la rentabilidad del proyecto.

#### 4.8 PUNTO DE EQUILIBRIO

El análisis del punto de equilibrio permite analizar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios. El punto de equilibrio se define como el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los variables<sup>9</sup>, esto es, donde no se gana ni se pierde.

También hay que mencionar que entre más alejadas estén las ventas del punto de equilibrio, menos riesgo tiene el proyecto.

La contribución marginal nos indica cuánto dinero aporta cada unidad vendida, para contribuir al pago de los costos fijos y las utilidades, una vez que se han cubierto los costos derivados de la producción o costos variables. El cálculo de la contribución marginal es mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Contribucion marginal} = \frac{\text{Precio de venta} - \text{Costos variables}}{\text{Unidades}}$$

Se considera que para efectos de la evaluación del proyecto, la contribución marginal no está completa si no se incluye la depreciación. La razón de esto es que considera una partida para el ahorro, que nos permita reponer el equipo y la maquinaria. De esta manera, la ecuación de la contribución marginal queda como sigue:

$$\text{Contribucion marginal} = \frac{\text{Precio de venta} - \text{Costos variables} - \text{Depreciacion}}{\text{Unidades}}$$

<sup>9</sup> Baca Urbina, G., Evaluación de Proyectos, México, Ed. McGraw-Hill, 1990, (2a. de), p.175.

Si la contribución marginal es negativa, indica que ni siquiera se alcanzan a cubrir los costos variables; y si es igual a cero, entonces no se tiene dinero para cubrir los costos fijos. En cualquiera de estos dos casos el negocio no conviene, pues no se alcanzan a cubrir los costos totales.

Si la contribución marginal es mayor a cero, entonces se espera que el negocio sí pueda cubrir sus costos fijos. La división de los costos fijos entre la contribución marginal indica cuantas unidades hay que vender, para que el negocio esté en su punto de equilibrio.

$$\text{Punto de equilibrio (unidades)} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Contribucion marginal}}$$

En un negocio manufacturero como el que se está evaluando, es común que el punto de equilibrio no se alcance durante el primer año de operación y tal vez tampoco durante el segundo. Pero si durante el tercer año no se alcanza el punto de equilibrio, entonces el negocio no conviene pues se tarda mucho tiempo en recuperar la inversión.

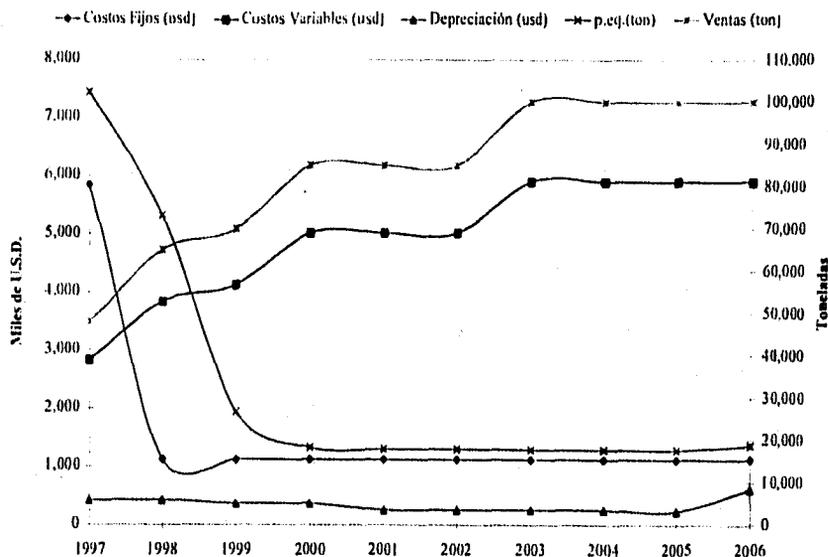
A continuación se muestra el punto de equilibrio del proyecto:

**CUADRO 48.- COMPORTAMIENTO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO**

| Año  | U.S.D.     | Heladas | meses |
|------|------------|---------|-------|
| 1997 | 12,785,886 | 102,287 | 26    |
| 1998 | 9,150,825  | 73,207  | 14    |
| 1999 | 3,342,058  | 26,736  | 5     |
| 2000 | 2,279,671  | 18,237  | 2     |
| 2001 | 2,235,318  | 17,883  | 2     |
| 2002 | 2,235,318  | 17,883  | 2     |
| 2003 | 2,219,162  | 17,753  | 2     |
| 2004 | 2,216,878  | 17,735  | 2     |
| 2005 | 2,211,506  | 17,692  | 2     |
| 2006 | 2,350,156  | 18,801  | 2     |

El punto de equilibrio tarda 26 meses en alcanzarse, esto es, poco mas de dos años. Será hasta 1999 (tercer año de operación) que se alcanzará el punto de equilibrio. Esto es lógico pues la inversión inicial es muy fuerte y no se puede recuperar en los primeros dos años, debido a que se comienza a penetrar el mercado y las ventas todavía no son altas.

GRAFICA 9.- COMPORTAMIENTO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



En la gráfica se aprecia como el punto de equilibrio se estabiliza en casi 20,000 toneladas a partir del año 2000. Con esto se sabe que cuando menos se tiene que vender esa cantidad, para alcanzar a cubrir todos los costos. También se ve que las ventas están alejadas del punto de equilibrio a partir del tercer año, por lo que el proyecto tiene un amplio margen de seguridad.

## CONCLUSIONES

La inversión en el proyecto de fosfato ácido de calcio es rentable por las siguientes razones:

1. Existe un mercado desabastecido en la región Centro-Norte del país.
2. No existe competencia directa, pues no hay productores de fosfato ácido de calcio en la región.
3. El fosfato monoamónico (MAP) y el fosfato diamónico (DAP) no pueden ser sustitutos del fosfato ácido de calcio debido a que tienen precios demasiado elevados en comparación al de éste.
4. La evaluación se realizó sobre bases conservadoras considerando altos costos, ofreciendo el proyecto una TIR del 18.4% que está cuatro puntos porcentuales arriba de la rentabilidad pedida por los inversionistas. Esto significa que el proyecto se puede mejorar un poco más si redujeramos algunos costos.
5. Los costos se pueden reducir, principalmente los que más impactan al proyecto y que son los precios de la roca y de los fletes.
6. Las bodegas y la asistencia técnica permitirán dar un buen nivel de servicio a clientes, con lo que podemos lograr una fuerte penetración del mercado

Como todo proyecto de inversión, este también tiene sus riesgos. La inversión en un proyecto agrícola como éste es difícil en México debido a las condiciones actuales del campo, sin embargo, la región estudiada cuenta con buena infraestructura que garantiza buenas cosechas a los agricultores y por lo tanto clientes potenciales de fertilizantes.

Además, el Gobierno Federal ha establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 un apoyo total al campo a través de créditos para su modernización tecnológica y subsidios a cultivos básicos como el maíz y el frijol que son junto con la papa, los principales consumidores del fosfato ácido de calcio.

Finalmente, para que este proyecto tenga los resultados esperados, hay que poner énfasis en la comercialización. Esta no debe terminar con la labor de venta sino que se debe dar un magnífico soporte técnico al agricultor. Este soporte debe determinar las dosis más adecuadas de fertilizante y mejoradores de suelos a aplicar de acuerdo con el tipo de suelo y tipo de cultivo; el tipo de semillas a emplear; la época en que se debe sembrar; etcétera. Este servicio es el más importante pues debe convertirse en la diferencia entre nosotros y nuestros competidores.

**ANEXOS**

### ANEXO 1. DETERMINACION DEL TAMAÑO DE PLANTA

Alternativa 1. Tamaño = 80,000 tpa

| Demanda       | Capacidad     | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4.590         | 7.273         | 2,683  | 14,944 | 14,944 | 14,944 | 14,944 | 14,944 | 14,944 | 14,944 | 14,944 | 14,944 |
| 3.600         | 7.273         | 6,355  | 18,616 | 18,616 | 18,616 | 18,616 | 18,616 | 18,616 | 18,616 | 18,616 | 18,616 |
| 7.830         | 7.273         | 5,798  | 18,059 | 18,059 | 18,059 | 18,059 | 18,059 | 18,059 | 18,059 | 18,059 | 18,059 |
| 9.810         | 7.273         | 3,261  | 15,522 | 15,522 | 15,522 | 15,522 | 15,522 | 15,522 | 15,522 | 15,522 | 15,522 |
| 13.950        | 7.273         | 0      | 8,845  | 8,845  | 8,845  | 8,845  | 8,845  | 8,845  | 8,845  | 8,845  | 8,845  |
| 18.450        | 7.273         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 14.940        | 7.273         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 4.500         | 7.273         | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  |
| 1.890         | 0             | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    |
| 2.250         | 7.273         | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  |
| 3.240         | 7.273         | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  |
| 4.950         | 7.273         | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 |
| <b>90,000</b> | <b>80,000</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Alternativa 2. Tamaño = 100,000 tpa

| Demanda       | Capacidad      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|---------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4.590         | 9.091          | 4,501  | 16,762 | 16,762 | 16,762 | 16,762 | 16,762 | 16,762 | 16,762 | 16,762 | 16,762 |
| 3.600         | 7.273          | 8,174  | 20,435 | 20,435 | 20,435 | 20,435 | 20,435 | 20,435 | 20,435 | 20,435 | 20,435 |
| 7.830         | 7.273          | 7,616  | 19,877 | 19,877 | 19,877 | 19,877 | 19,877 | 19,877 | 19,877 | 19,877 | 19,877 |
| 9.810         | 7.273          | 5,079  | 17,340 | 17,340 | 17,340 | 17,340 | 17,340 | 17,340 | 17,340 | 17,340 | 17,340 |
| 13.950        | 7.273          | 0      | 10,663 | 10,663 | 10,663 | 10,663 | 10,663 | 10,663 | 10,663 | 10,663 | 10,663 |
| 18.450        | 7.273          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 14.940        | 7.273          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 4.500         | 7.273          | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  | 2,773  |
| 1.890         | 0              | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    | 883    |
| 2.250         | 7.273          | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  | 5,905  |
| 3.240         | 7.273          | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  | 9,938  |
| 4.950         | 7.273          | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 | 12,261 |
| <b>90,000</b> | <b>100,000</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

### ANEXO I. DETERMINACION DEL TAMAÑO DE PLANTA

Alternativa 3. Tamaño = 120,000 tpa

|        | 10     | 1      | 2      | 3      | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 4,590  | 10,909 | 6,319  | 36,319 | 66,319 | 96,319  | 126,319 | 156,319 | 186,319 | 216,319 | 246,319 | 276,319 |
| 3,600  | 10,909 | 13,628 | 43,628 | 73,628 | 103,628 | 133,628 | 163,628 | 193,628 | 223,628 | 253,628 | 283,628 |
| 7,830  | 10,909 | 16,707 | 46,707 | 76,707 | 106,707 | 136,707 | 166,707 | 196,707 | 226,707 | 256,707 | 286,707 |
| 9,810  | 10,909 | 17,806 | 47,806 | 77,806 | 107,806 | 137,806 | 167,806 | 197,806 | 227,806 | 257,806 | 287,806 |
| 13,950 | 10,909 | 14,765 | 44,765 | 74,765 | 104,765 | 134,765 | 164,765 | 194,765 | 224,765 | 254,765 | 284,765 |
| 18,450 | 10,909 | 7,225  | 37,225 | 67,225 | 97,225  | 127,225 | 157,225 | 187,225 | 217,225 | 247,225 | 277,225 |
| 14,940 | 10,909 | 3,194  | 33,194 | 63,194 | 93,194  | 123,194 | 153,194 | 183,194 | 213,194 | 243,194 | 273,194 |
| 4,500  | 10,909 | 9,603  | 39,603 | 69,603 | 99,603  | 129,603 | 159,603 | 189,603 | 219,603 | 249,603 | 279,603 |
| 1,890  | 0      | 7,713  | 37,713 | 67,713 | 97,713  | 127,713 | 157,713 | 187,713 | 217,713 | 247,713 | 277,713 |
| 2,250  | 10,909 | 16,372 | 46,372 | 76,372 | 106,372 | 136,372 | 166,372 | 196,372 | 226,372 | 256,372 | 286,372 |
| 3,240  | 10,909 | 24,041 | 54,041 | 84,041 | 114,041 | 144,041 | 174,041 | 204,041 | 234,041 | 264,041 | 294,041 |
| 4,950  | 10,909 | 30,000 | 60,000 | 90,000 | 120,000 | 150,000 | 180,000 | 210,000 | 240,000 | 270,000 | 300,000 |

**ANEXO 2. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS INVENTARIOS**

**Alternativa 1. Sin inventarios**

| Mes/Año | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ENE     | 2,448 | 3,468  | 3,570  | 4,335  | 5,100  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 1,916 | 11,192 | 14,805 | 15,757 | 18,406 | 18,406 | 19,005 | 21,655 | 21,655 | 21,655 |
| FEB     | 1,920 | 2,720  | 2,800  | 3,400  | 4,000  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 4,359 | 14,654 | 18,369 | 20,084 | 22,734 | 22,734 | 24,096 | 26,745 | 26,745 | 26,745 |
| MAR     | 4,176 | 5,916  | 6,090  | 7,395  | 8,700  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 4,547 | 14,920 | 18,642 | 20,416 | 23,066 | 23,066 | 24,487 | 27,136 | 27,136 | 27,136 |
| ABR     | 5,232 | 7,412  | 7,630  | 9,265  | 10,900 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 3,679 | 13,690 | 17,376 | 18,879 | 21,528 | 21,528 | 22,678 | 25,327 | 25,327 | 25,327 |
| MAY     | 7,440 | 10,540 | 10,850 | 13,175 | 15,500 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 602   | 9,332  | 12,889 | 13,431 | 16,080 | 16,080 | 16,269 | 18,918 | 18,918 | 18,918 |
| JUN     | 9,840 | 13,940 | 14,350 | 17,425 | 20,500 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 0     | 1,573  | 4,903  | 3,733  | 6,383  | 6,383  | 4,860  | 7,509  | 7,509  | 7,509  |
| JUL     | 7,968 | 11,288 | 11,620 | 14,110 | 16,600 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| AGO     | 2,400 | 3,400  | 3,500  | 4,250  | 5,000  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 1,964 | 2,782  | 2,864  | 3,477  | 3,477  | 3,477  | 4,091  | 4,091  | 4,091  | 4,091  |
| SEP     | 1,008 | 1,428  | 1,470  | 1,785  | 2,100  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 956   | 1,354  | 1,394  | 1,692  | 1,692  | 1,692  | 1,991  | 1,991  | 1,991  | 1,991  |
| OCT     | 1,200 | 1,700  | 1,750  | 2,125  | 2,500  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 4,119 | 5,836  | 6,007  | 7,295  | 7,295  | 7,295  | 8,582  | 8,582  | 8,582  | 8,582  |
| NOV     | 1,728 | 2,448  | 2,520  | 3,060  | 3,600  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 6,755 | 9,569  | 9,851  | 11,962 | 11,962 | 11,962 | 14,073 | 14,073 | 14,073 | 14,073 |
| DIC     | 2,640 | 3,740  | 3,850  | 4,675  | 5,500  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 8,479 | 12,011 | 12,365 | 15,014 | 15,014 | 15,014 | 17,664 | 17,664 | 17,664 | 17,664 |

**Alternativa 2. Inventarios = 1 mes**

| Mes/Año | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ENE     | 2,448 | 3,468  | 3,570  | 4,335  | 5,100  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 6,279 | 11,192 | 14,805 | 15,757 | 18,406 | 18,406 | 19,005 | 21,655 | 21,655 | 21,655 |
| FEB     | 1,920 | 2,720  | 2,800  | 3,400  | 4,000  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 8,723 | 14,654 | 18,369 | 20,084 | 22,734 | 22,734 | 24,096 | 26,745 | 26,745 | 26,745 |
| MAR     | 4,176 | 5,916  | 6,090  | 7,395  | 8,700  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 8,911 | 14,920 | 18,642 | 20,416 | 23,066 | 23,066 | 24,487 | 27,136 | 27,136 | 27,136 |
| ABR     | 5,232 | 7,412  | 7,630  | 9,265  | 10,900 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 8,042 | 13,690 | 17,376 | 18,879 | 21,528 | 21,528 | 22,678 | 25,327 | 25,327 | 25,327 |
| MAY     | 7,440 | 10,540 | 10,850 | 13,175 | 15,500 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 4,966 | 9,332  | 12,889 | 13,431 | 16,080 | 16,080 | 16,269 | 18,918 | 18,918 | 18,918 |
| JUN     | 9,840 | 13,940 | 14,350 | 17,425 | 20,500 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 0     | 1,573  | 4,903  | 3,733  | 6,383  | 6,383  | 4,860  | 7,509  | 7,509  | 7,509  |
| JUL     | 7,968 | 11,288 | 11,620 | 14,110 | 16,600 | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| AGO     | 2,400 | 3,400  | 3,500  | 4,250  | 5,000  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 1,964 | 2,782  | 2,864  | 3,477  | 3,477  | 3,477  | 4,091  | 4,091  | 4,091  | 4,091  |
| SEP     | 1,008 | 1,428  | 1,470  | 1,785  | 2,100  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 956   | 1,354  | 1,394  | 1,692  | 1,692  | 1,692  | 1,991  | 1,991  | 1,991  | 1,991  |
| OCT     | 1,200 | 1,700  | 1,750  | 2,125  | 2,500  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 4,119 | 5,836  | 6,007  | 7,295  | 7,295  | 7,295  | 8,582  | 8,582  | 8,582  | 8,582  |
| NOV     | 1,728 | 2,448  | 2,520  | 3,060  | 3,600  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 6,755 | 9,569  | 9,851  | 11,962 | 11,962 | 11,962 | 14,073 | 14,073 | 14,073 | 14,073 |
| DIC     | 2,640 | 3,740  | 3,850  | 4,675  | 5,500  | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727 | 9,091 | 8,479 | 12,011 | 12,365 | 15,014 | 15,014 | 15,014 | 17,664 | 17,664 | 17,664 | 17,664 |

**ANEXO 2. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS INVENTARIOS**

**Alternativa 3. Inventarios = 2 meses**

| Mes/Año | Ventas |        |        |        | Inventarios |       |       |       | Costos |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|         | 1      | 2      | 3      | 4      | 1           | 2     | 3     | 4     | 1      | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |        |        |  |
| ENE     | 2,448  | 3,468  | 3,570  | 4,335  | 5,100       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 10,643 | 11,441 | 14,805 | 15,757 | 18,406 | 18,406 | 19,005 | 21,655 | 21,655 | 21,655 |  |
| FEB     | 1,920  | 2,720  | 2,800  | 3,400  | 4,000       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 13,087 | 14,903 | 18,369 | 20,084 | 22,734 | 22,734 | 24,096 | 26,745 | 26,745 | 26,745 |  |
| MAR     | 4,176  | 5,916  | 6,090  | 7,395  | 8,700       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 13,274 | 15,169 | 18,642 | 20,416 | 23,066 | 23,066 | 24,487 | 27,136 | 27,136 | 27,136 |  |
| ABR     | 5,232  | 7,412  | 7,630  | 9,265  | 10,900      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 12,406 | 13,939 | 17,376 | 18,879 | 21,528 | 21,528 | 22,678 | 25,327 | 25,327 | 25,327 |  |
| MAY     | 7,440  | 10,540 | 10,850 | 13,175 | 15,500      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 9,329  | 9,580  | 12,889 | 15,451 | 16,080 | 16,080 | 16,269 | 18,918 | 18,918 | 18,918 |  |
| JUN     | 9,840  | 13,940 | 14,350 | 17,425 | 20,500      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 3,853  | 1,822  | 4,903  | 3,733  | 6,383  | 6,383  | 4,860  | 7,509  | 7,509  | 7,509  |  |
| JUL     | 7,968  | 11,288 | 11,620 | 14,110 | 16,600      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 249    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |
| AGO     | 2,400  | 3,400  | 3,500  | 4,250  | 5,000       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 2,212  | 2,782  | 2,864  | 3,477  | 3,477  | 3,477  | 4,091  | 4,091  | 4,091  | 4,091  |  |
| SEP     | 1,008  | 1,428  | 1,470  | 1,785  | 2,100       | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 1,204  | 1,354  | 1,394  | 1,692  | 1,692  | 1,692  | 1,991  | 1,991  | 1,991  | 1,991  |  |
| OCT     | 1,200  | 1,700  | 1,750  | 2,125  | 2,500       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 4,368  | 5,836  | 6,007  | 7,295  | 7,295  | 7,295  | 8,582  | 8,582  | 8,582  | 8,582  |  |
| NOV     | 1,728  | 2,448  | 2,520  | 3,060  | 3,600       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 7,004  | 9,569  | 9,851  | 11,962 | 11,962 | 11,962 | 14,073 | 14,073 | 14,073 | 14,073 |  |
| DIC     | 2,640  | 3,740  | 3,850  | 4,675  | 5,500       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 8,727  | 12,011 | 12,363 | 15,014 | 15,014 | 15,014 | 17,664 | 17,664 | 17,664 | 17,664 |  |

**Alternativa 4. Inventarios = 3 meses**

| Mes/Año | Ventas |        |        |        | Inventarios |       |       |       | Costos |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|         | 1      | 2      | 3      | 4      | 1           | 2     | 3     | 4     | 1      | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |        |        |  |
| ENE     | 2,448  | 3,468  | 3,570  | 4,335  | 5,100       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 15,007 | 15,805 | 15,883 | 16,483 | 18,406 | 18,406 | 19,005 | 21,655 | 21,655 | 21,655 |  |
| FEB     | 1,920  | 2,720  | 2,800  | 3,400  | 4,000       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 17,450 | 19,267 | 19,448 | 20,810 | 22,734 | 22,734 | 24,096 | 26,745 | 26,745 | 26,745 |  |
| MAR     | 4,176  | 5,916  | 6,090  | 7,395  | 8,700       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 17,638 | 19,532 | 19,722 | 21,143 | 23,066 | 23,066 | 24,487 | 27,136 | 27,136 | 27,136 |  |
| ABR     | 5,232  | 7,412  | 7,630  | 9,265  | 10,900      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 16,769 | 18,302 | 18,455 | 19,605 | 21,528 | 21,528 | 22,678 | 25,327 | 25,327 | 25,327 |  |
| MAY     | 7,440  | 10,540 | 10,850 | 13,175 | 15,500      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 13,693 | 13,944 | 13,969 | 14,157 | 16,080 | 16,080 | 16,269 | 18,918 | 18,918 | 18,918 |  |
| JUN     | 9,840  | 13,940 | 14,350 | 17,425 | 20,500      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 8,217  | 6,186  | 5,983  | 4,460  | 6,383  | 6,383  | 4,860  | 7,509  | 7,509  | 7,509  |  |
| JUL     | 7,968  | 11,288 | 11,620 | 14,110 | 16,600      | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 4,612  | 1,080  | 726    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |
| AGO     | 2,400  | 3,400  | 3,500  | 4,250  | 5,000       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 6,576  | 3,861  | 3,590  | 3,477  | 3,477  | 3,477  | 4,091  | 4,091  | 4,091  | 4,091  |  |
| SEP     | 1,008  | 1,428  | 1,470  | 1,785  | 2,100       | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 5,568  | 2,433  | 2,120  | 1,692  | 1,692  | 1,692  | 1,991  | 1,991  | 1,991  | 1,991  |  |
| OCT     | 1,200  | 1,700  | 1,750  | 2,125  | 2,500       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 8,732  | 6,915  | 6,734  | 7,295  | 7,295  | 7,295  | 8,582  | 8,582  | 8,582  | 8,582  |  |
| NOV     | 1,728  | 2,448  | 2,520  | 3,060  | 3,600       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 11,367 | 10,649 | 10,577 | 11,962 | 11,962 | 11,962 | 14,073 | 14,073 | 14,073 | 14,073 |  |
| DIC     | 2,640  | 3,740  | 3,850  | 4,675  | 5,500       | 4,364 | 6,182 | 6,364 | 7,727  | 9,091 | 13,091 | 13,091 | 13,091 | 15,014 | 15,014 | 15,014 | 17,664 | 17,664 | 17,664 | 17,664 |  |

**ANEXO 3. TABLAS DE EVALUACIÓN**

Alumno: Pedro Muñoz Rodríguez-Gil  
Nombre del Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

Año de Inicio de la Evaluación: 1996

Años Operativos: 10  
Años de Construcción: 1

Productos a Producir:

| Nombre                  | Unidad |
|-------------------------|--------|
| Fosfato Acido de Calcio | Ton    |

Insumos Necesarios:

| Nombre            | Unidad         | Costo Unitario<br>(dls./Unidad) |
|-------------------|----------------|---------------------------------|
| Energía Eléctrica | kw/h           | 0.03                            |
| Agua              | m <sup>3</sup> | 0.40                            |
| Roca Fosfórica    | Ton            | 27.00                           |
| Ácido Sulfúrico   | Ton            | 25.00                           |
| Diesel            | m <sup>3</sup> | 246.75                          |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

| <b>Consumo de Insumos por Tonelada de Producto</b> |                               |                         |                  |
|--|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Insumo   | Unidad                        | Fosfato Acido de Calcio | Total de Consumo |
| Energía Eléctrica                                  | kw/h / Ton Producto           | 51.000                  | 51.000           |
| Agua   | m <sup>3</sup> / Ton Producto | 19.200                  | 19.200           |
| Roca Fosfórica                                     | Ton / Ton Producto            | 0.620                   | 0.620            |
| Ácido Sulfúrico                                    | Ton / Ton Producto            | 0.380                   | 0.380            |
| Diesel   | m <sup>3</sup> / Ton Producto | 0.005                   | 0.005            |

**Pedro Muñoz Rodríguez-Gil**

**Proyecto: Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de**

| <b>Costo de los Insumos por Tonelada Producida</b> |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Insumo</b>                                      | <b>Fosfato Acido de Calcio</b> |
| Energía Eléctrica                                  | 1.28                           |
| Agua   | 7.68                           |
| Roca Fosfórica                                     | 16.74                          |
| Ácido Sulfúrico                                    | 9.50                           |
| Diesel   | 1.23                           |
| Refacciones  | 0.40                           |
| Material de Seguridad                              | 0.03                           |
| Fletes   | 19.12                          |
| Mantenimiento                                      | 0.02                           |
| Material de Empaque                                | 0.15                           |
| Reactivos Laboratorio                              | 0.10                           |
| Imprevistos  | 2.81                           |
| <i>Total</i>                                       | <b>59.06</b>                   |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

| <b>Costos Fijos de Producción</b>           |                              |                        |                           |
|---|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Concepto                                    | Costo Unitario<br>(dls./Mes) | Cantidad<br>(Unidades) | Monto Anual<br>(dls./Año) |
| <b>Mano de Obra</b>                         |                              |                        |                           |
| Operadores                                  | 324.68                       | 7                      | 27,273                    |
| Supervisores de Operación                   | 649.35                       | 3                      | 23,377                    |
| Personal de Mantenimiento                   | 324.68                       | 3                      | 11,688                    |
| Supervisores de Mantenimiento               | 649.35                       | 3                      | 23,377                    |
| Personal de Maniobras                       | 259.74                       | 1                      | 3,117                     |
| <b>Total Sueldos y Salarios Directos</b>    | <b>435.45</b>                | <b>17</b>              | <b>88,831</b>             |
| Prestaciones                                |                              |                        | 66,623                    |
| <b>Total Costos Mano de Obra</b>            |                              |                        | <b>155,455</b>            |
| <b>Costos de Administración</b>             |                              |                        |                           |
| Gerente General                             | 3,896.10                     | 1                      | 46,753                    |
| Asesores Dirección General                  | 3,896.10                     | 4                      | 187,013                   |
| Gerente de Planta                           | 2,597.40                     | 1                      | 31,169                    |
| Contador                                    | 1,038.96                     | 1                      | 12,468                    |
| Secretaría                                  | 389.61                       | 1                      | 4,675                     |
| Mensajería                                  | 194.81                       | 1                      | 2,338                     |
| Vigilancia                                  | 324.68                       | 2                      | 7,792                     |
| <b>Costos de Ventas</b>                     |                              |                        |                           |
| Gerente de Ventas                           | 2,597.40                     | 1                      | 31,169                    |
| Vendedores                                  | 1,038.96                     | 10                     | 124,675                   |
| Secretaría                                  | 389.61                       | 6                      | 28,052                    |
| Maniobras                                   | 259.74                       | 6                      | 18,701                    |
| Estiba                                      | 194.81                       | 12                     | 28,052                    |
| <b>Total Sueldos y Salarios Indirectos</b>  | <b>947.20</b>                | <b>46</b>              | <b>522,857</b>            |
| Prestaciones                                |                              |                        | 392,143                   |
| <b>Total Costos Administración</b>          |                              |                        | <b>915,000</b>            |
| Material de Seguridad (equipo vs. incendio) | 340.92                       |                        | 341                       |
| Mantenimiento                               | 227.28                       |                        | 227                       |
| Imprevistos (5% Costos Fijos)               |                              |                        | 53,551                    |
| <b>Total Otros Costos Fijos</b>             |                              |                        | <b>969,119</b>            |
| <b>Total Costos Fijos</b>                   |                              | <b>63</b>              | <b>1,124,574</b>          |

**Pedro Muñoz Rodríguez-Gil**

**Proyecto: Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio**

| <b>Inversión en Activo Fijo (000 dls.)</b> |              |             |             |              |
|--|--------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Concepto</b>                            | <b>1996</b>  | <b>1997</b> | <b>1998</b> | <b>Total</b> |
|  | <b>-I</b>    | <b>0</b>    | <b>I</b>    |              |
| Terrenos                                   | 400          | -           | -           | 400          |
| Construcciones                             | 750          | -           | -           | 750          |
| Maquinaria y Equipo (planta)               | 2,000        | -           | -           | 2,000        |
| Vehículos                                  | 416          | -           | -           | 416          |
| Equipo de Cómputo                          | 12           | -           | -           | 12           |
| Equipo Anticontaminante                    | 110          | -           | -           | 110          |
| Gastos Preoperativos                       | 90           | -           | -           | 90           |
| Imprevistos                                | 169          | -           | -           | 169          |
| <b>Total Activo Fijo</b>                   | <b>3,947</b> | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>3,947</b> |
| <b>Inversión en Capital de Trabajo</b>     | <b>773</b>   | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>773</b>   |
| <b>Total Inversión</b>                     | <b>4,720</b> | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>4,720</b> |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

| Periodo                            | 1996 | 1997     | 1998     | 1999     | 2000     | 2001     | 2002     | 2003     | 2004     | 2005     | 2006     |
|------------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Periodo Relativo                   | -1   | 0        | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        |
| <b>Volumen de Producción (Ton)</b> |      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Fosfato Ácido de Calcio            | -    | 48,000   | 65,000   | 70,000   | 85,000   | 85,000   | 85,000   | 100,000  | 100,000  | 100,000  | 100,000  |
| <i>Costo Variables (000 dls.)</i>  |      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Fosfato Ácido de Calcio</b>     |      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Energía Eléctrica                  | -    | 61.20    | 82.88    | 89.25    | 108.38   | 108.38   | 108.38   | 127.50   | 127.50   | 127.50   | 127.50   |
| Agua                               | -    | 368.64   | 499.20   | 537.60   | 652.80   | 652.80   | 652.80   | 768.00   | 768.00   | 768.00   | 768.00   |
| Roca Fosfórica                     | -    | 803.52   | 1,088.10 | 1,171.80 | 1,422.90 | 1,422.90 | 1,422.90 | 1,674.00 | 1,674.00 | 1,674.00 | 1,674.00 |
| Ácido Sulfúrico                    | -    | 456.00   | 617.50   | 665.00   | 807.50   | 807.50   | 807.50   | 950.00   | 950.00   | 950.00   | 950.00   |
| Diesel                             | -    | 59.22    | 80.19    | 86.36    | 104.87   | 104.87   | 104.87   | 123.38   | 123.38   | 123.38   | 123.38   |
| Refacciones                        | -    | 19.20    | 26.00    | 28.00    | 34.00    | 34.00    | 34.00    | 40.00    | 40.00    | 40.00    | 40.00    |
| Material de Seguridad              | -    | 1.44     | 1.95     | 2.10     | 2.55     | 2.55     | 2.55     | 3.00     | 3.00     | 3.00     | 3.00     |
| Fletes                             | -    | 917.76   | 1,242.80 | 1,338.40 | 1,625.20 | 1,625.20 | 1,625.20 | 1,912.00 | 1,912.00 | 1,912.00 | 1,912.00 |
| Mantenimiento                      | -    | 0.96     | 1.30     | 1.40     | 1.70     | 1.70     | 1.70     | 2.00     | 2.00     | 2.00     | 2.00     |
| Material de Empaque                | -    | 7.20     | 9.75     | 10.50    | 12.75    | 12.75    | 12.75    | 15.00    | 15.00    | 15.00    | 15.00    |
| Reactivos Laboratorio              | -    | 4.80     | 6.50     | 7.00     | 8.50     | 8.50     | 8.50     | 10.00    | 10.00    | 10.00    | 10.00    |
| Imprevistos                        | -    | 135.00   | 182.81   | 196.87   | 239.06   | 239.06   | 239.06   | 281.24   | 281.24   | 281.24   | 281.24   |
| <b>Total Costo de Producción</b>   | -    | 2,834.94 | 3,838.98 | 4,134.28 | 5,020.20 | 5,020.20 | 5,020.20 | 5,906.12 | 5,906.12 | 5,906.12 | 5,906.12 |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto:

*Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

| Periodo                                | 1996 | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    |
|--|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Periodo Relativo                       | -1   | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6       | 7       | 8       | 9       |
| <b>Volumen de Producción (Ton)</b>     |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| Fosfato Ácido de Calcio                |      | 48,000 | 65,000 | 70,000 | 85,000 | 85,000 | 85,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| <b>Total de Producción</b>             | -    | 48,000 | 65,000 | 70,000 | 85,000 | 85,000 | 85,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| <b>Precio de Venta (dls./Ton)</b>      |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| Fosfato Ácido de Calcio                | -    | 125.00 | 125.00 | 125.00 | 125.00 | 125.00 | 125.00 | 125.00  | 125.00  | 125.00  | 125.00  |
| <b>Costos de Producción (dls./Ton)</b> |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| <i>Costos Variables</i>                |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| Fosfato Ácido de Calcio                | -    | 59.06  | 59.06  | 59.06  | 59.06  | 59.06  | 59.06  | 59.06   | 59.06   | 59.06   | 59.06   |
| <i>Costos Fijos</i>                    |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| Mano de Obra                           | -    | 3.24   | 2.39   | 2.22   | 1.83   | 1.83   | 1.83   | 1.55    | 1.55    | 1.55    | 1.55    |
| Otros Costos Fijos                     | -    | 20.19  | 14.91  | 13.84  | 11.40  | 11.40  | 11.40  | 9.69    | 9.69    | 9.69    | 9.69    |
| <b>Total Costos de Producción</b>      | -    | 82.49  | 76.36  | 75.13  | 72.29  | 72.29  | 72.29  | 70.31   | 70.31   | 70.31   | 70.31   |
| <b>Costos de Producción (000 dls.)</b> |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| Fosfato Ácido de Calcio                | -    | 3,960  | 4,964  | 5,259  | 6,145  | 6,145  | 6,145  | 7,031   | 7,031   | 7,031   | 7,031   |
| <b>Total Costos de Producción</b>      | -    | 3,960  | 4,964  | 5,259  | 6,145  | 6,145  | 6,145  | 7,031   | 7,031   | 7,031   | 7,031   |
| <b>Valor de las Ventas (000 dls.)</b>  |      |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |
| Fosfato Ácido de Calcio                | -    | 6,000  | 8,125  | 8,750  | 10,625 | 10,625 | 10,625 | 12,500  | 12,500  | 12,500  | 12,500  |
| <b>Total Valor de las Ventas</b>       | -    | 6,000  | 8,125  | 8,750  | 10,625 | 10,625 | 10,625 | 12,500  | 12,500  | 12,500  | 12,500  |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

Capital de Trabajo (000 dls.)

| Periodo                         | 1996       | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         |
|---------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo Relativo                | -1         | 0            | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            |
| Caja y Bancos                   | 241        | 108          | 136          | 144          | 168          | 168          | 168          | 193          | 193          | 193          | 193          |
| Cuentas por Cobrar              | -          | 1,479        | 2,003        | 2,158        | 2,620        | 2,620        | 2,620        | 3,082        | 3,082        | 3,082        | 3,082        |
| Inventarios                     |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Materias Primas                 | 217        | 1,302        | 1,632        | 1,729        | 2,020        | 2,020        | 2,020        | 2,311        | 2,311        | 2,311        | 2,311        |
| Productos en Proceso            | 51         | 304          | 381          | 403          | 471          | 471          | 471          | 539          | 539          | 539          | 539          |
| Productos Terminados            | 244        | 976          | 1,224        | 1,297        | 1,515        | 1,515        | 1,515        | 1,734        | 1,734        | 1,734        | 1,734        |
| Refacciones                     | 20         | 20           | 20           | 20           | 20           | 20           | 20           | 20           | 20           | 20           | 20           |
| I.V.A. por Cobrar               | -          | 51           | 64           | 68           | 79           | 79           | 79           | 91           | 91           | 91           | 91           |
| <b>Total Activo Circulante</b>  | <b>773</b> | <b>4,240</b> | <b>5,460</b> | <b>5,818</b> | <b>6,894</b> | <b>6,894</b> | <b>6,894</b> | <b>7,970</b> | <b>7,970</b> | <b>7,970</b> | <b>7,970</b> |
| I.S.R. por Pagar                | -          | 322          | 1,008        | 1,235        | 1,776        | 1,865        | 1,865        | 2,403        | 2,409        | 2,422        | 2,103        |
| P.T.U. por Pagar                | -          | 284          | 890          | 1,089        | 1,567        | 1,645        | 1,645        | 2,120        | 2,125        | 2,137        | 1,855        |
| I.V.A. por Pagar                | -          | 60           | 82           | 88           | 107          | 107          | 107          | 126          | 126          | 126          | 126          |
| Cuentas por Pagar               | -          | 488          | 612          | 648          | 758          | 758          | 758          | 867          | 867          | 867          | 867          |
| <b>Total Pasivo Circulante</b>  | <b>-</b>   | <b>1,154</b> | <b>2,592</b> | <b>3,060</b> | <b>4,208</b> | <b>4,374</b> | <b>4,374</b> | <b>5,516</b> | <b>5,526</b> | <b>5,551</b> | <b>4,951</b> |
| <b>Total Capital de Trabajo</b> | <b>773</b> | <b>3,086</b> | <b>2,868</b> | <b>2,758</b> | <b>2,686</b> | <b>2,520</b> | <b>2,520</b> | <b>2,454</b> | <b>2,444</b> | <b>2,419</b> | <b>3,019</b> |

**Políticas de Capital de Trabajo**

|                      |     |   |
|----------------------|-----|---|
| Caja y Bancos        | 10  | Días del Costo de Ventas                                |
| Cuentas por Cobrar   | 90  | Días de Ventas Brutas                                   |
| Inventarios          |     |   |
| Materias Primas      | 120 | Días de Costo de Ventas                                 |
| Productos en Proceso | 28  | Días de Costo de Ventas                                 |
| Productos Terminados | 90  | Días de Costo de Ventas                                 |
| Refacciones          | 1   | Por ciento de Inversión en Maquinaria y Equipo (Planta) |
| I.V.A. por Cobrar    | 30  | Días de Costo de Ventas al 15%                          |
| I.S.R. por Pagar     | 30  | Días de I.S.R.  |
| P.T.U. por Pagar     | 90  | Días de P.T.U.  |
| I.V.A. por Pagar     | 30  | Días de Ventas al 15%                                   |
| Cuentas por Pagar    | 45  | Días del Costo de Ventas                                |

Pedro Mañez Rodríguez-Gil

Proyecto:

Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio

Depreciación (000 dts.)

| Periodo                             | 1996                        | 1997  | 1998  | 1999                   | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Periodo Relativo                    | -1                          | 0     | 1     | 2                      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| <b>Construcciones</b>               | Tasa de Depreciación 5 0%   |       |       | Años para Depreciar 20 |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 750                         | 750   | 750   | 750                    | 750   | 750   | 750   | 750   | 750   | 750   | 750   |
| Depreciación Anual                  | -                           | 38    | 38    | 38                     | 38    | 38    | 38    | 38    | 38    | 38    | 38    |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 38    | 75    | 113                    | 150   | 188   | 225   | 263   | 301   | 338   | 375   |
| Activo Fijo Neto                    | 750                         | 713   | 675   | 638                    | 600   | 563   | 525   | 488   | 450   | 413   | -     |
| <b>Maquinaria y Equipo (planta)</b> | Tasa de Depreciación 10 0%  |       |       | Años para Depreciar 10 |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 2,000                       | 2,000 | 2,000 | 2,000                  | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Depreciación Anual                  | -                           | 200   | 200   | 200                    | 200   | 200   | 200   | 200   | 200   | 200   | 200   |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 200   | 400   | 600                    | 800   | 1,000 | 1,200 | 1,400 | 1,600 | 1,800 | 2,000 |
| Activo Fijo Neto                    | 2,000                       | 1,800 | 1,600 | 1,400                  | 1,200 | 1,000 | 800   | 600   | 400   | 200   | -     |
| <b>Vehículos</b>                    | Tasa de Depreciación 25 0%  |       |       | Años para Depreciar 4  |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 416                         | 416   | 416   | 416                    | 416   | 416   | 416   | 416   | 416   | 416   | 416   |
| Depreciación Anual                  | -                           | 104   | 104   | 104                    | 104   | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 104   | 208   | 312                    | 416   | 416   | 416   | 416   | 416   | 416   | 416   |
| Activo Fijo Neto                    | 416                         | 312   | 208   | 104                    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| <b>Equipo de Computo</b>            | Tasa de Depreciación 33 3%  |       |       | Años para Depreciar 3  |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 12                          | 12    | 12    | 12                     | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| Depreciación Anual                  | -                           | 4     | 4     | 4                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 4     | 8     | 12                     | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| Activo Fijo Neto                    | 12                          | 8     | 4     | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| <b>Equipo Anticontaminante</b>      | Tasa de Depreciación 50 0%  |       |       | Años para Depreciar 2  |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 110                         | 110   | 110   | 110                    | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   |
| Depreciación Anual                  | -                           | 55    | 55    | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 55    | 110   | 110                    | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   |
| Activo Fijo Neto                    | 110                         | 55    | -     | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| <b>Impresos</b>                     | Tasa de Depreciación 13 0%  |       |       | Años para Depreciar 8  |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 169                         | 169   | 169   | 169                    | 169   | 169   | 169   | 169   | 169   | 169   | 169   |
| Depreciación Anual                  | -                           | 22    | 22    | 22                     | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 22    | 44    | 66                     | 88    | 110   | 132   | 153   | 169   | 169   | 169   |
| Activo Fijo Neto                    | 169                         | 147   | 125   | 103                    | 81    | 59    | 37    | 15    | -     | -     | -     |
| <b>Total Inversión</b>              |                             |       |       |                        |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 3,457                       | 3,457 | 3,457 | 3,457                  | 3,457 | 3,457 | 3,457 | 3,457 | 3,457 | 3,457 | 3,457 |
| Depreciación Anual                  | -                           | 422   | 422   | 367                    | 363   | 259   | 259   | 259   | 253   | 238   | 613   |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 422   | 845   | 1,212                  | 1,576 | 1,835 | 2,095 | 2,354 | 2,607 | 2,844 | 3,457 |
| Activo Fijo Neto                    | 3,457                       | 3,034 | 2,612 | 2,245                  | 1,881 | 1,622 | 1,362 | 1,103 | 850   | 613   | -     |
| <b>Gastos Preoperativos</b>         | Tasa de Depreciación 100 0% |       |       | Años para Depreciar 1  |       |       |       |       |       |       |       |
| Activo Fijo Neto                    | 90                          | 90    | 90    | 90                     | 90    | 90    | 90    | 90    | 90    | 90    | 90    |
| Depreciación Anual                  | -                           | 90    | -     | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Depreciación Acumulada              | -                           | 90    | 90    | 90                     | 90    | 90    | 90    | 90    | 90    | 90    | 90    |
| Activo Fijo Neto                    | 90                          | -     | -     | -                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

Balance General (000 dls.)

| Periodo                        | 1996         | 1997         | 1998         | 1999          | 2000          | 2001          | 2002          | 2003          | 2004          | 2005          | 2006          |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Periodo Relativo               | -1           | 0            | 1            | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             |
| Caja y Bancos                  | 241          | 108          | 136          | 144           | 168           | 168           | 168           | 193           | 193           | 193           | 193           |
| Cuentas por Cobrar             | -            | 1,479        | 2,003        | 2,158         | 2,620         | 2,620         | 2,620         | 3,082         | 3,082         | 3,082         | 3,082         |
| Inventarios                    |              |              |              |               |               |               |               |               |               |               |               |
| Materias Primas                | 217          | 1,302        | 1,632        | 1,729         | 2,020         | 2,020         | 2,020         | 2,311         | 2,311         | 2,311         | 2,311         |
| Productos en Proceso           | 51           | 304          | 381          | 403           | 471           | 471           | 471           | 539           | 539           | 539           | 539           |
| Productos Terminados           | 244          | 976          | 1,224        | 1,297         | 1,515         | 1,515         | 1,515         | 1,734         | 1,734         | 1,734         | 1,734         |
| Refacciones                    | 20           | 20           | 20           | 20            | 20            | 20            | 20            | 20            | 20            | 20            | 20            |
| I.V.A. por Cobrar              | -            | 51           | 64           | 68            | 79            | 79            | 79            | 91            | 91            | 91            | 91            |
| <b>Total Activo Circulante</b> | <b>773</b>   | <b>4,240</b> | <b>5,460</b> | <b>5,818</b>  | <b>6,894</b>  | <b>6,894</b>  | <b>6,894</b>  | <b>7,970</b>  | <b>7,970</b>  | <b>7,970</b>  | <b>7,970</b>  |
| Activo Fijo Neto               | 3,457        | 3,457        | 3,457        | 3,457         | 3,457         | 3,457         | 3,457         | 3,457         | 3,457         | 3,457         | 3,457         |
| Depreciación Acumulada         | -            | 422          | 845          | 1,212         | 1,576         | 1,835         | 2,095         | 2,354         | 2,607         | 2,844         | 3,457         |
| Activo Fijo Neto               | 3,457        | 3,034        | 2,612        | 2,245         | 1,881         | 1,622         | 1,362         | 1,103         | 850           | 613           | -             |
| Terreno                        | 400          | 400          | 400          | 400           | 400           | 400           | 400           | 400           | 400           | 400           | 400           |
| Gastos Preoperativos           | 90           | -            | -            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Gastos Financieros             | -            | -            | -            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Flujo de Efectivo              | -            | -            | 1,305        | 2,596         | 4,202         | 5,856         | 7,344         | 9,252         | 11,102        | 12,960        | 17,377        |
| <b>Total Activo</b>            | <b>4,720</b> | <b>7,675</b> | <b>9,777</b> | <b>11,059</b> | <b>13,377</b> | <b>14,772</b> | <b>16,000</b> | <b>18,725</b> | <b>20,322</b> | <b>21,942</b> | <b>25,746</b> |
| I.S.R. por Pagar               | -            | 322          | 1,008        | 1,235         | 1,776         | 1,865         | 1,865         | 2,403         | 2,409         | 2,422         | 2,103         |
| P.T.U. por Pagar               | -            | 284          | 890          | 1,089         | 1,567         | 1,645         | 1,645         | 2,120         | 2,125         | 2,137         | 1,855         |
| I.V.A. por Pagar               | -            | 60           | 82           | 88            | 107           | 107           | 107           | 126           | 126           | 126           | 126           |
| Cuentas por Pagar              | -            | 488          | 612          | 648           | 758           | 758           | 758           | 867           | 867           | 867           | 867           |
| <b>Total Pasivo Circulante</b> | <b>-</b>     | <b>1,154</b> | <b>2,592</b> | <b>3,060</b>  | <b>4,208</b>  | <b>4,374</b>  | <b>4,374</b>  | <b>5,516</b>  | <b>5,526</b>  | <b>5,551</b>  | <b>4,951</b>  |
| Pasivo a Largo Plazo           | -            | -            | -            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Pago de Pasivo a Largo Plazo   | -            | -            | -            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Total Pasivo</b>            | <b>-</b>     | <b>1,154</b> | <b>2,592</b> | <b>3,060</b>  | <b>4,208</b>  | <b>4,374</b>  | <b>4,374</b>  | <b>5,516</b>  | <b>5,526</b>  | <b>5,551</b>  | <b>4,951</b>  |
| Capital Social                 | 4,720        | 6,309        | 6,309        | 6,309         | 6,309         | 6,309         | 6,309         | 6,309         | 6,309         | 6,309         | 6,309         |
| Utilidad Neta Acumulada        | -            | 212          | 876          | 1,690         | 2,860         | 4,088         | 5,317         | 6,900         | 8,487         | 10,082        | 11,168        |
| Utilidad Neta del Ejercicio    | -            | 212          | 664          | 813           | 1,170         | 1,228         | 1,228         | 1,583         | 1,587         | 1,595         | 1,385         |
| <b>Total Capital</b>           | <b>4,720</b> | <b>6,521</b> | <b>7,185</b> | <b>7,999</b>  | <b>9,169</b>  | <b>10,397</b> | <b>11,626</b> | <b>13,209</b> | <b>14,796</b> | <b>16,391</b> | <b>17,777</b> |
|                                | -            | -            | (0)          | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | (3,019)       |

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto:

Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio

Estado de Resultados (000 dls.)

| Periodo                     | 1996 | 1997  | 1998  | 1999  | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Periodo Relativo            | -1   | 0     | 1     | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| Ventas Brutas               | -    | 6,000 | 8,125 | 8,750 | 10,625 | 10,625 | 10,625 | 12,500 | 12,500 | 12,500 | 12,500 |
| Fletes                      | -    | 960   | 1,300 | 1,400 | 1,700  | 1,700  | 1,700  | 2,000  | 2,000  | 2,000  | 2,000  |
| Gastos de Mercado           | -    | 150   | 203   | 219   | 266    | 266    | 266    | 313    | 313    | 313    | 313    |
| Ventas Netas                | -    | 4,890 | 6,622 | 7,131 | 8,659  | 8,659  | 8,659  | 10,188 | 10,188 | 10,188 | 10,188 |
| Costo de Ventas             | -    | 3,960 | 4,964 | 5,259 | 6,145  | 6,145  | 6,145  | 7,031  | 7,031  | 7,031  | 7,031  |
| Utilidad Bruta              | -    | 930   | 1,658 | 1,872 | 2,515  | 2,515  | 2,515  | 3,157  | 3,157  | 3,157  | 3,157  |
| Margen Bruto                | 0.0% | 15.5% | 20.4% | 21.4% | 23.7%  | 23.7%  | 23.7%  | 25.3%  | 25.3%  | 25.3%  | 25.3%  |
| Gastos Administrativos      | -    | 40    | 50    | 53    | 61     | 61     | 61     | 70     | 70     | 70     | 70     |
| Depreciación                | -    | 422   | 422   | 367   | 363    | 259    | 259    | 259    | 253    | 238    | 613    |
| Gastos Preoperativos        | -    | 90    | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Total Gastos de Operación   | -    | 552   | 472   | 420   | 425    | 321    | 321    | 330    | 323    | 308    | 683    |
| Utilidad de Operación       | -    | 378   | 1,186 | 1,452 | 2,090  | 2,194  | 2,194  | 2,827  | 2,834  | 2,849  | 2,474  |
| Margen de Operación         | 0.0% | 6.3%  | 14.6% | 16.6% | 19.7%  | 20.6%  | 20.6%  | 22.6%  | 22.7%  | 22.8%  | 19.8%  |
| Resultado Financiero        | -    | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Utilidad Antes de Impuestos | -    | 378   | 1,186 | 1,452 | 2,090  | 2,194  | 2,194  | 2,827  | 2,834  | 2,849  | 2,474  |
| Margen Antes de Impuestos   | 0.0% | 6.3%  | 14.6% | 16.6% | 19.7%  | 20.6%  | 20.6%  | 22.6%  | 22.7%  | 22.8%  | 19.8%  |
| Perdidas Fiscales           | -    | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Impuesto Sobre la Renta     | -    | 129   | 403   | 494   | 711    | 746    | 746    | 961    | 963    | 969    | 841    |
| Participación en Utilidades | -    | 38    | 119   | 145   | 209    | 219    | 219    | 283    | 283    | 285    | 247    |
| Impuesto al Activo          | -    | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Utilidad Neta               | -    | 212   | 664   | 813   | 1,170  | 1,228  | 1,228  | 1,583  | 1,587  | 1,595  | 1,385  |
| Margen Neto                 | 0.0% | 3.5%  | 8.2%  | 9.3%  | 11.0%  | 11.6%  | 11.6%  | 12.7%  | 12.7%  | 12.8%  | 11.1%  |

EVATAB.XLS; Estado de Resultados

Pedro Muñoz Rodríguez-Gil

Proyecto: *Estudio de Factibilidad Fosfato Ácido de Calcio*

Flujo de Efectivo (000 dts.)

| Periodo                              | 1996           | 1997           | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         |
|--------------------------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo Relativo                     | -1             | 0              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            |
| Utilidad Neta                        | -              | 212            | 664          | 813          | 1,170        | 1,228        | 1,228        | 1,583        | 1,587        | 1,595        | 1,385        |
| Liquidación de Capital de Trabajo    | -              | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 3,019        |
| Préstamo a Largo Plazo               | -              | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Depreciación                         | -              | 422            | 422          | 367          | 363          | 259          | 259          | 259          | 253          | 238          | 613          |
| Amortización de Gastos Preoperativos | -              | 90             | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Amortización de Gastos Financieros   | -              | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Total Entradas de Efectivo</b>    | <b>-</b>       | <b>724</b>     | <b>1,087</b> | <b>1,181</b> | <b>1,534</b> | <b>1,488</b> | <b>1,488</b> | <b>1,843</b> | <b>1,840</b> | <b>1,833</b> | <b>5,017</b> |
| <b>Inversión en Activo Fijo</b>      |                |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Terrenos                             | 400            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Construcciones                       | 750            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Maquinaria y Equipo (planta)         | 2,000          | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Vehículos                            | 416            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Equipo de Cómputo                    | 12             | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Equipo Anticontaminante              | 110            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Gastos Preoperativos                 | 90             | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Imprevistos                          | 169            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Inversión en Capital de Trabajo      | 773            | 2,313          | (218)        | (110)        | (72)         | (166)        | -            | (66)         | (10)         | (25)         | 600          |
| Pago de Préstamos a Largo Plazo      | -              | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Pago de Intereses Preoperativos      | -              | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Total Salidas de Efectivo</b>     | <b>4,720</b>   | <b>2,313</b>   | <b>(218)</b> | <b>(110)</b> | <b>(72)</b>  | <b>(166)</b> | <b>-</b>     | <b>(66)</b>  | <b>(10)</b>  | <b>(25)</b>  | <b>600</b>   |
| <b>Total Flujo de Efectivo Neto</b>  | <b>(4,720)</b> | <b>(1,589)</b> | <b>1,305</b> | <b>1,291</b> | <b>1,606</b> | <b>1,654</b> | <b>1,488</b> | <b>1,908</b> | <b>1,850</b> | <b>1,858</b> | <b>4,417</b> |
| Valor Presente Neto                  | 12.2%          | 2,136          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Tasa Interna de Rendimiento          | 18.4%          |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

## BIBLIOGRAFÍA

Anuarios Estadísticos 1980-1992, México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, (s.f.)

Encyclopedia of Chemical Technology Kirk-Othmer. 2nd ed. New York: Wiley & Sons, 1965. (23 volúmenes).

Baca Urbina, G. Evaluación de Proyectos. 2a. ed.. México: Ed. McGraw-Hill, 1990. 284 p.

The Fertilizer Handbook, Washington, D.C.: The Fertilizer Institute, 1982. 274 p.

Stanton, W.J. Fundamentos de Mercadotecnia. 3a. ed. México: Ed. McGraw-Hill, 1985. 779 p.

Green Markets Price Scan. E.U.A.: Green Markets, (vol. 20), núm 29, 15 julio 1996. 4-5 pp.

Blank, L.T.; Tarquin, A.J. Ingeniería Económica. 3a. ed. México: Ed. McGraw-Hill, 1992. 546p.

Manual del Distribuidor de Fertilizantes Sólidos. México: Fertimex; SEMIP; SARH. (s.f.) 127p.

Manual de Fabricación de Fertilizantes. México: Fertilizantes Mexicanos, diciembre 1986. 160p.

Manual de Fertilizantes. México: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 1985. 499 p. (serie Desarrollo y Transferencia de Tecnología, núm.13).

## BIBLIOGRAFÍA

Anuarios Estadísticos 1980-1992, México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos,

(s.f.)

Encyclopedia of Chemical Technology Kirk-Othmer. 2nd ed. New York: Wiley & Sons, 1965.

(23 volúmenes).

Baca Urbina, G. Evaluación de Proyectos. 2a. ed., México: Ed. McGraw-Hill, 1990. 284 p.

The Fertilizer Handbook, Washington, D.C.: The Fertilizer Institute, 1982. 274 p.

Stanton, W.J. Fundamentos de Mercadotecnia. 3a. ed. México: Ed. McGraw-Hill, 1985. 779 p.

Green Markets Price Scan. E.U.A.: Green Markets, (vol. 20), núm 29, 15 julio 1996. 4-5 pp.

Blank, L.T.; Tarquin, A.J. Ingeniería Económica. 3a. ed. México: Ed. McGraw-Hill, 1992.

546p.

Manual del Distribuidor de Fertilizantes Sólidos. México: Fertimex; SEMIP; SARH. (s.f.)

127p.

Manual de Fabricación de Fertilizantes. México: Fertilizantes Mexicanos, diciembre 1986.

160p.

Manual de Fertilizantes. México: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Industrial, 1985. 499 p. (serie Desarrollo y Transferencia de Tecnología, núm.13).

- Lauriente, D. Normal Superphosphates. Stanford Research International, 1993760.5500A-760.5503Q p. (Chemical Economics Handbook).
- Perspectivas Económicas de México. México: Ciemex-Wefa, (vol. XXVIII) núm. 2, julio 1996, 7.34 pp.
- Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1995. 177 p.
- Presupuesto de Ventas y Programa de Cultivos ciclo primavera-verano 1991/91 México: Fertilizantes Mexicanos, diciembre 1990. 213 p.
- Presupuesto de Ventas y Programa de Cultivos ciclo otoño-invierno 1991/92. México: Fertilizantes Mexicanos, septiembre 1991. 164 p.
- Price Trends, Londres: Sulphur, núm 242, enero-febrero, 1996. 4 pp.
- Brealey R.A.; Myers S.C. Principios de Finanzas Corporativas. 4a. ed. México: Ed. McGraw-Hill, 1993. 1203 p.
- Serie Histórica de Ventas 1980-1991. México: Fertilizantes Mexicanos. (s.f.) 60 p.
- Uso y Aplicación de Fertilizantes. México: Fertilizantes Mexicanos, 1986. 60 p., (serie Capacitación, núm. 13).
- The Value Line Investment Survey, New York: Value Line Publishing, (vol. LI) núm 39, 7 de junio 1996, 2-40 pp.
- Ventas Reales 1991. México: Fertilizantes Mexicanos. (s.f.) 50 p.
- Worldwide List of Urea Manufacturers and Traders. Muscle Shoals, Alabama: International Fertilizer Development Center, 1995. 28 p.