



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

21306

Distr. RESERVADA

HED/R.7

17 de octubre de 1995

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Original: ESPAÑOL

---

FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE GESTIÓN DEL  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO

UC/PAR/94/087

PARAGUAY

Informe técnico: Misión de Identificación y Asesoramiento  
sobre el Desarrollo de la Producción y el Consumo  
de Fertilizantes en Paraguay

Preparado para el Ministerio de Industria y Comercio del Paraguay  
por la Organización de las Naciones Unidas  
para el Desarrollo Industrial

Basado en la labor efectuada por J.A. Kopytowski  
Consultor de la ONUDI

Oficial de apoyo: Ms. V. Gregor, HEPD/EDR

---

\* Este documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

INDICE DE CONTENIDO	<u>Página</u>
Resumen	3
Resumen ejecutivo	3
Introducción	
I. Actividades del experto	7
II. Resultados de la misión	
1. Estimación de la demanda	8
1.1 Visión macroeconómica	8
1.2 Guión de producción agrícola	9
1.3 Datos estadísticos relacionados con el consumo de abonos	13
1.4 Estimación de la demanda de fertilizantes bajo determinadas condiciones económicas	15
1.5 Índice de beneficio/coste y medidas de política necesarias	16
2. Establecimiento de instalación de fertilizantes	18
2.1 Facilidades de producción existentes en el FERTIPAR	18
2.2 Estimación de los estudios técnico-económicos realizados por MIC	19
2.3 Estrategias de desarrollo de la industria de fertilizantes	19
2.4 Guiones de desarrollo de la producción de fertilizantes en Paraguay	22
2.4.1 Alternativa de urea y de nitrofosfato	22
2.4.2 Alternativa de fertilizantes complejos	22
2.5 Programa de producción	23
2.6 Tecnología	25
2.7 Coste de inversión y simples parámetros de eficiencia	25
2.8 Estimación y selección de programa de producción alternativo	26
2.9 Programa de implementación	27
3. Otras opciones de desarrollo industrial y cooperación con UNIDO	28
3.1 Listado de complejos industriales	28
3.2 Programa de implementación	30
4. Bibliografía	32
Conclusiones y recomendaciones	
Apéndices	
Apéndice I Descripción de responsabilidades	
Apéndice II Distinguibles datos macroeconómicos y agroeconómicos	
Apéndice III Consumo de fertilizantes	
Apéndice IV Metodologías de estimación de la demanda de fertilizantes	
Apéndice V Estudio de caso de estimación de la demanda de fertilizantes	
Apéndice VI Adelanto en la tecnología de amoníaco	
Apéndice VII Tecnología de producción de ácido fosfórico	
Apéndice VIII Tecnología de neutralización/granulación	
Apéndice IX Perfiles tecnológicos de instalaciones de fertilizantes	
Apéndice X Precios y costes	
Apéndice XI Listado de concedentes de licencias potenciales	

Compendio

El informe es una nota de consulta para el Ministerio de Industria y Comercio de la República de Paraguay relacionada con el establecimiento de las instalaciones de fertilizantes en el país. Usando los datos obtenidos en el terreno y las informaciones estadísticas accesibles, el informe analiza los quiones agrícolas del crecimiento de la demanda de fertilizantes en los próximos 10 años. Se analizan las actividades de la empresa mezcladora de fertilizantes FERTIPAR, así como los últimos estudios del terreno. Se discuten los quiones fronterizos, se evalúa el crecimiento de las cosechas, así como se calcula el coeficiente VCR para los agricultores. Se discuten los fondos necesarios para cubrir la demanda de fertilizantes. Basan dose en la demanda calculada se analiza opciones de establecimiento de la industria de fertilizantes. Se rechaza la opción de producción de urea. Se analiza 3 quiones, a partir del importe que cubra la demanda total, hasta el establecimiento del complejo de NPK con la capacidad de 652.000 NPK ( a granel ), con el coste de inversión 234 millones de dólares. Se discute el factibilidad preliminar de opciones diferentes. Se discute el plano de las actividades necesarias para la implantación del proyecto de inversión con la posible ayuda de UNIDO. Se incluye en el informe una pequeño capituleo que presenta el potencial desarrollo de la industria química y metalúrgica relacionado a la transformación de productos agrícolas, así como de productos intensivos en energía. Se discutió y añadió el calendario de preparación de la documentación con evaluación de las concepciones, con posible participación de UNIDO.

Sumario ejecutivo

La agricultura es un importante elemento de creación de renta nacional de la República de Paraguay. El uso de los fertilizantes es uno de los factores que influyen en el crecimiento de las cosechas en el nivel entre 25%-45% en los últimos 7 años. El incremento del abon. alcanzó 14.5% p.a. Los periodos exactos del importe de fertilizantes no son accesibles, sin embargo todas las estimaciones indican un bajo consumo de fertilizantes. Se puede decir, que el consumo presente sin adecuado sistema de marketing, alcanzó 25.000-35.000 t/año de NPK, en que solamente 3.500-4.000 por la empresa nacional FERTIPAR, que da 12-18 kg NPK/ha de la area agraria. Las cooperativas desarrolladas usan unos 50 kg/t de NPK. El consumo futuro depende en gran parte de la factores siguientes:

- (1) mercado de productos agrarios (demanda de MERCOSUR)
- (2) sistema del marketing y promoción de aplicación de fertilizantes
- (3) relación adecuada costos/beneficios de aplicación de fertilizantes para los agricultores

La producción de alimentos ha incrementado durante los últimos 12 años en un 4% anual con el incremento de la población de un 3.2% anual.

Considerando que el crecimiento de la población no bajará del nivel de 3% anual, el siguiente quión hasta el año 2005 ha sido preparado:

- (1) cereales
  - la producción de cereales crecerá 1.6 veces como resultado del aumento de la población y el incremento del consumo de calorías.
- (2) algodón
  - la demanda mundial de algodón de alta calidad es muy alta, lo cual permitirá obtener un nivel de exportación de 350,000t/año.
- (3) soja y aceites
  - teniendo en cuenta una gran competición de la soja proveniente de USA, un incremento moderado de la producción es previsto hasta alcanzar unos 2,500,000 toneladas.
- (4) la elaboración de caña de azúcar en combustible y otros productos químicos puede requerir un incremento de la producción de caña de azúcar. Es prevista una producción de etanol de 300,000 t/año, que servira como combustible y materia prima para la industria química.

- (5) la producción de casava debería de incrementar dos veces, para ser utilizada en: la producción de productos de alimentación animal, consumo local, exportación, producción de almidón y productos derivados.
- (6) la producción de otros productos debería crecer 1.6 veces.
- (7) las cabezas de ganado también crecerán 1.6 veces, lo cual requerirá más alimentos. Para producir una cantidad suficiente de productos forrajeros, los pastos tienen que ser fertilizados.

Demanda de diferentes productos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1 Demanda de productos agrícolas prevista

Producto	Producción en el año 2005 10 <sup>3</sup> t/año	Área 10 <sup>3</sup> ha	Cosechas requeridas t/ha
Cereales	1600	500	3.2
Soja	2500	806	3.1
Cana de azúcar	8000	1000	80.0
Mandioca	2700	135	20.0
Algodón	1000	400	2.5
Otros	.	800	.

Para obtener tal incremento en producción es necesario aumentar la superficie del área arable o incrementar las cosechas, fertilizando el suelo y aplicando pesticidas.

En el caso de buenos resultados en todos los casos el consumo previsto de fertilizantes puede alcanzar unos 100 kg NPK/ha dentro de 5 años y el nivel económico de fertilización dentro de 7-10 años.

El resumen de la demanda opcional de fertilizantes hasta el año 2005 se presenta en la tabla debajo.

Tabla 2 Demanda opcional de fertilizantes hasta el año 2005

Guion	Demanda de fertilizantes t/año			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	a granel
Tendencia presente (14.5% per año) -P	32	75	32	250
Medio (16.4% per año) -M	53	106	53	385
Área arable extendido (3.6 millones ha) -E	155	188	148	652

La tasa de crecimiento del consumo de fertilizantes se puede mejorar organizando la producción local de fertilizantes. Por eso los esfuerzos del gobierno con el fin de importar gas natural de Bolivia deben ser promovidos.

El establecimiento de la fábrica de amoníaco de capacidad de 600 MTPD se considera rentable con el presente nivel tecnológico. La producción de amoníaco requiere 90 millones Nm<sup>3</sup>/año de gas natural. La producción de urea no está recomendada a causa de atributos específicos de varios cultivos y de la calidad de las tierras. El amoníaco debe ser transformado en diferentes tipos de NPK basado en la tecnología de granulación con capacidad de 652,000 t/año ( a granel ) con costes del proyecto entero de 234 millones de dólares.

La preliminar factibilidad de realización de opciones diferentes fue evaluada. Los resultados de la calculación de los costes de la producción y de la eficiencia presenta siguiente tabla:  
Tabla 3 Eficiencia del proyecto fertilizantes

Instalación	Coste de producción USD/t	Coste de inversión millón USD		PAT USD/t	SPP %	ROS %
		BL	OFF-SITE			
Amoníaco	154.8	60.0	15.0	-	-	-
Ácido fosfórico (P205)	340.6	43.1	16.7	-	-	-
NPK a granel*	182.5	48.4	10.5	118.9	54.3%	34.7%

\* composición media 11:29:22

PAT - beneficio despues del impuesto

SPP - tasa de restitución simple

ROS - restitución sobre venta

Ante los precios de oportunidad ( el coste de fertilizantes importados ) los parámetros de eficacia del proyecto son muy buenos. Sin embargo para presentar una evaluación precisa es necesario obtener ofertas de parte de mejores empresas de ingeniería y preparar detallados "feasibility study".

Todas las alternativas tecnológicas incluyendo el proceso electroquímico de producción de hidrógeno amoníaco, están analizadas en el informe. Se incluyeron también los perfiles tecnológicos de los procesos, así como la lista de potenciales licenciatarios.

Los estudios técnicos y económicos sobre los fertilizantes de fosfato (JAICA 1987) y la propuesta preliminar de inversión de amoníaco urea, preparados por Unde GmbH, deben ser ajustados al nivel presente de tecnología, se debe también tomar en consideración la producción de los fertilizantes NPK.

#### Los procedimientos y elementos de planos de implantación

Se analizaron y acordaron los siguientes pasos de implementación del programa de fertilizantes:

- a) preparación de la petición de oferta y su suministro a las tres empresas seleccionadas licenciatarias ; ingenierías
- b) evaluación de ofertas y selección de suministradores
- c) establecimiento de Paraguay Fertilizantes SA
- d) preparación de "feasibility study"
- e) creación de fondos crediticios
- f) preparación del proyecto preliminar y de peticiones de ofertas sobre trabajo en ingeniería civil para ejecución local; La evaluación de ofertas y selección del contratista general y subcontratistas
- g) conclusión del contrato

De gran importancia es la creación de una empresa privada o publico-privada, (Paraguay Fertilizantes SA) para efectuar el proceso de ofertas y contratación, despues de decisiones estrategicas del Gobierno dedicadas al establecimiento de la industria de fertilizantes.

Se necesita servicios de las misiones separadas del planificador industrial (fertilizantes) de unos 3m para ayudar a MIC en la realización de este programa.

La implantación del programa exige la conclusión del contrato sobre el suministro de gas natural de Bolivia, establecimiento de la empresa de gas y la construcción de gasoducto, o la aceptación de una tarifa especial para energía eléctrica (amoníaco electroquímico).

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- 1) La introducción de fertilizantes durante 7 últimos años causó una incrementación de las cosechas de cultivos básicos en 25%-43%.
- 2) El coste de oportunidades de fertilizantes en "farm gate" es alto, por eso junto al crecimiento del consumo de fertilizantes se observaría una baja relación beneficios-costes.
- 3) La construcción de la instalación de fertilizantes de urea no cubre la demanda de fertilizantes de calidad en Paraguay.
- 4) La construcción de la fábrica de fertilizantes compuestos NPK (652 t/año a granel) es posible bajo condiciones de intensivas actividades de marketing.
- 5) La construcción de la fábrica de fertilizantes debe ser terminada entre el año 2000 y 2005.
- 6) Un abono racional en el nivel agroeconómico ampliaría las posibilidades de exporte de la agricultura local, disminuiría costes de producción y produciría materias primas para la transformación industrial.

#### Recomendaciones

- 1) El Ministerio de Agricultura debe efectuar detallados estudios sobre la fertilización agroeconómica ante los cambios de condiciones de tierras en Paraguay. Se debe investigar particularmente la positiva influencia de mayor fertilización con nitrógeno al trigo, maíz, girasol, cassava, caña de azúcar, legumbres y frutas. Se debe también testar y actualizar el coeficiente de eficiencia de transmisión de campo experimental a la agricultura.
- 2) Los importeros y el gobierno deben efectuar un intenso programa de marketing.
- 3) Se debe obtener ofertas detalladas de parte de los mejores licenceros y empresas ingenierías. La forma de la petición de oferta está presentada en la publicación de UNIDO "El contrato estandarizado para los complejos de fertilizantes". Basando en esto se debe testar otra vez la posibilidad de la construcción.
- 4) Se debe crear una empresa público-privada Paraguay Fertilizantes SA para efectuar actividades de contratación y construcción.

I. Actividades de los expertos

1.1 Plano de misión

- 6 de Febrero - salida de Varsovia
- 7 de Febrero - llegada a Asunción
- 8 de Febrero - instrucciones breves en UNDP
  - visita en el Ministerio de Industria y Comercio
- 9 de Febrero - colección de datos estadísticos
  - visita en el Ministerio IC
    - encuentro con el v-Ministro Soza
    - encuentro con el Ministro Scavone
- 11-12 de Febrero - fin de semana
- 13 de Febrero - viaje a FERTIPAR y visita en la fábrica
- 14 de Febrero - visita en la cooperativa agrícola y en central hidroeléctrica Yasyreta
- 15 de Febrero - preparación de planes de cooperación con MIC,
  - encuentro con el Fondo del Desarrollo Industrial
- 16 de Febrero - encuentro con NITN, encuentro con el Ministro de Obras Públicas
- 17 de Febrero - encuentro de instrucciones de MIC y UNDP
- 17 de Febrero - salida de Asunción

1.2 Lista de personas encontradas

- UNDP Delegado RR J. C. Crespi  
JPO T. Koizumi
- MIC H.E. Ministro dr. U. Scavone  
v-Ministro dr. Guillermo Soza  
L. M. Aguirre CTA PAR/91/007  
Coordinador Ing. M.M. Benitez Cotas  
Servicios Exteriores E. Ghiglione  
Coordinador de Inversiones, C.E. Chamorro Aua
- MAG Ministerio de Agricultura y Animales  
Dr. P. Alonso Director del nacional proyecto comun FRG-Paraguay  
Silvio Vega, Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Asunción
- MOP Ministerio de Obras Públicas,  
H.E. Ministro Carlos A. Facetti M.  
Director de Energia, ing. M.A. Arias Funes
- FERTIPAR Director de planta
- Cooperativas Colonias Unidas, Obligado, ITAPUA  
E. Wollmeister, Director General  
S. Dietze, Jefe del Departamento de Abastecimiento
- Instituto Nacional de Tecnologias y Estandartes  
B. Villa Medina
- Fondo del Desarrollo de la Industria  
Director del Departamento de la Evaluacion de Proyectos, Gabriela Bernal Duarte



## Introducción

El proyecto PAR/91/007 entró en vigor como una parte de la reforma del sector público con el fin de mejorar la capacidad administrativa del Ministerio de la Industria y el Comercio (MIC) de la República de Paraguay. PAR/91/007 está ejecutado en la escala nacional y ha mejorado la capacidad operativa de MIC. Sin embargo es necesario crear la eficacia en la identificación de oportunidades económicas y en la promoción de la unidad de Servicios Industriales Externos en la preparación de las proposiciones según la estrategia de la industrialización del país. El proyecto preparatorio de la ayuda de UNIDO UC PAR 94 087 tiene como fin el aconsejar en la orientación industrial del desarrollo de los subsectores industriales seleccionados y definir el programa de actitud, así como la cooperación técnica con UNIDO. Este informe presenta observaciones de la misión de los expertos en fertilizantes.

### 1. Estimación de la demanda

#### 1.1. Vista macroeconómica

La evaluación de la situación macroeconómica de Paraguay no es el tema de este informe. El Gobierno ha obtenido mediante las organizaciones internacionales y la cooperación bilateral, ayuda adecuada en este campo, así que la situación actual fue evaluada y está bien conocida. En este informe se analiza solo estos elementos de situación macroeconómica, que influyen en procesos decisivos relacionados a la creación de la industria de fertilizantes en el país.

La República de Paraguay es un país que no tiene un acceso al mar, con la población de 4,5 millones y con tierra agrícola de unos 22 millones ha, en que solamente 2,3 millones de tierra cultivada. Mano de obra constituye 43% de población, en que 48% está empleada en agricultura, 21% en la industria y 31% en servicios. La estructura básica de PNB está presentada en el Anexo II. La agricultura y la producción animal contribuyen la PNB 23,5% y la industria, minería y construcción 20,9%. Tomando en consideración la distribución de mano de obra, la eficacia del trabajo es dos veces más alta en la industria que en agricultura, que naturalmente influye también en la distribución de las rentas.

La formación del capital alcanzó el 1993 23% de PNB, pero la mayoría del capital proviene del intercambio.

La balanza del comercio exterior es permanente deficitaria. Durante los últimos 6 años el importe incrementó de unos 600 millones USD el 1989 hasta 1500 millones USD el 1993. Las exportaciones al mismo tiempo disminuyó de 1010 millones USD hasta 725 millones USD. La participación del exporte de bienes industriales en el exporte total es mucho más baja que la contribución de la industria en PNB.

Actualmente en la República de Paraguay no se identificó ningunas significantes materias minerales.

El sistema del transporte está basado en tráfico rodado y aéreo. La existencia del ferrocarril eléctrico podría incrementar la competitividad del sistema del transporte con Brasil y Argentina. Sin embargo de parte de esos países no hay voluntad de desarrollar un sistema de ferrocarril común.

La República de Paraguay ha creado un gran potencial de centrales hidroeléctricas. Las capacidades de las entregas de energía están utilizadas en menos de 3%, y la energía es un importante elemento de exportación. Los precios de la energía son competitivos a los de países vecinos.

La República de Paraguay se juntó al Mercado Latinoamericano Común MERCOSUR. La importancia de esta decisión no puede ser estimada en el presente. Sin embargo se espera facilidades en la exportación a ese gran mercado.

La locación geográfica y la estructura económica tuvieron influencia en el desarrollo del potencial de la economía de Paraguay:

- costes logísticos son altos, por eso los precios de oportunidad para empezar la producción local son satisfactorios;
- bajo volumen de población hace difícil el establecimiento de la instalación industrial eficaz económicamente solo para el consumo local, y otra vez: los costes logísticos hacen los precios de exporte FOB bajos;
- la agricultura a gran escala y su baja eficiencia de mano de obra estimulan el desarrollo de ramos de industria de productos agrarios;
- gran exceso de la energía hace posible el establecimiento de la industria intensiva en energía, si los costes logísticos del transporte de materias primas y de productos fueran equilibrados por los bajos costes de energía;
- formación del capital, adecuada al desarrollo opcional, tiene que encontrar oportunidades en el desarrollo industrial mejores que los en el comercio y el sistema bancario.

Estos atributos han influido en la estrategia del gobierno, que ha formulado objetivos del desarrollo de la industrialización y de modernización, programadas para el desarrollo del complejo de agrícolas ramos de industria del transformación productos agrícolas y las industrias energo-intensivas, si es posible. Las industrias deben ser orientadas al exporte. Se creó un especial Fondo del Desarrollo de Inversiones, así como una ley de inversión muy motivadora 60/90 que se encuentra en permanente aplicación.

### 1.2. Guion de la producción agrícola

El fin de este reporte es la evaluación de las opciones del establecimiento de la producción de fertilizantes en la República de Paraguay. Esto está definido por la demanda de los agricultores, que depende de muchas variables. Los siguientes parámetros macro y microeconómicos influyen en el mercado de fertilizantes:

- área de cultivo y de pasto;
- demanda de productos agrícolas (interna y para el exportación);
- relación beneficio/coste de la aplicación de los fertilizantes;
- esfuerzos de marketing de las empresas de producción y de importaciones;
- presencia de adecuados servicios agrícolas que definan óptimos modelos de fertilización;

La revista del análisis completo de todos los parámetros nombrados no es posible en este informe y exige investigaciones de un grupo multidisciplinario, así como frecuente actualización de los datos. Por eso para este reporte se podría desarrollar tres guiones que identifiquen los límites de la demanda:

- a) el guión pesimístico
- b) el guión medio
- c) el guión optimístico

El guión pesimístico basaría en el histórico aumento del consumo de fertilizantes y en la misma tasa de crecimiento prevista.

El guión medio basa en la tasa del aumento proyectada mediante el actual importe de fertilizantes supuesto, diferente que las estadísticas oficiales.

El guión optimístico basa en el óptimo económico del consumo de los fertilizantes a precios actuales. Para obtener este nivel de fertilización es necesaria una precisa política financiar.

Las informaciones necesarias para la aplicación de la metodología de la proyección del consumo de fertilizantes están presentadas en el anexo IV.

Los datos estadísticos referentes a la producción agraria están naturalmente conocidos por los decidentes en Paraguay. Por eso por debajo se presentó solamente un sumario de datos estadísticos en la forma transformada con el fin de motivar los guiones propuestos de la producción agrícola, así como posibilitar cambios fáciles en el guión mediante la recalculación de datos presentados.

#### 1.2.1. Accesibilidad de áreas de cultivos y de pasto

La área del país alcanza 406.753 km<sup>2</sup>, en que las tierras agrícolas contribuyen 22 millones ha. En el este del país (ORIENTE) la tierra cultivada ocupa 10.3 millones ha. En realidad solo esta parte del país suministrará el forraje y comestibles dentro de años siguientes. La estructura de la tierra cultivada del Oriente es como sigue:

Tabla 4 La estructura de la tierra cultivada

Sumo	Cultivos		Pastos	Otros
	Total	cultivados		
millón ha				
10.3	2.3	5.0	1.5	3.0

La cantidad de tierra cultivada per capita es 0.48 ha, que es menos que en muchos países en villa del desarrollo con una agrícola estructura de la renta nacional. Sin embargo la reserva de la tierra en forma de pastos es muy alta y utilizada muy extensivamente. Por eso sería posible la transformación de parte de pastos en tierras cultivadas sin pierdas en la producción animal.

La calidad de tierras en el Oriente es como sigue:

- de origen basáltico (27%), principalmente en la ciudad de Itapua, Alto Parana, Misiones, Guara, Caaquaru y de Guatapa;
- de origen arenisco (28%), principalmente en la ciudad de Paraguari, Central, San Pedro y de Concepción;
- de origen pantanoso, que exige el drenaje (26%), principalmente en las ciudades de Neembuco, Misiones y parcial en Paraguari. Los pantanos se encuentran tambien a lo largo del rio Parana en las provincias del oeste.
- otras (21%)

Precipitaciones (mediana anual) alcanzan 1575 mm (1993-1994) y la temperatura media (1993-1994) es 21.68 C. Para estimar la area de tierra para fertilizar hay que tomar en consideración no solamente la geológica estructura de la tierra. Muy importante es tambien la estructura propietaria. Los agricultores muy pequeños, que funcionan en el nivel más bajo de la existencia, no serian capaces de comprar fertilizantes sin subsidios del gobierno. La distribución de la tierra está presentada en la tabla siguiente:

Tabla 5 La distribución de la tierra en Paraguay

Tamaño de haciendas	Cantidad	Area (ha)	%	% de tierra
<5 ha	122.750	213.304	39.95	0.97
5-10 ha	66.605	430.658	21.68	1.81
11-20 ha	61.223	606.802	21.56	3.89
21-100 ha	39.096	1.360.557	12.73	5.71
101-500 ha	27.782	1.619.203	2.53	6.80
501-1000 ha	1.525	1.010.952	0.50	4.20
1001-5000 ha	2.356	4.982.438	0.77	20.92
5001-10000 ha	533	3.644.873	0.17	15.30
>10000 ha	35	9.730.950	0.11	40.86
Sumo	23.799.000 ha			

Este sunario incluye areas de pastos que forman farmas grandes. Sin embargo unos 40% de haciendas que representan 97% de la area en total, tienen la area cultivada de tamaño suficiente para soportar los costes de fertilización. El Ministerio de la Agricultura ha acordado el indicador de las farmas que obtienen el apoyo. Los resultados están presentados por debajo.

Fincas que obtienen contribuciones:

Tabla 6 Lista de la fincas que obtien contribuciones

Contribuciones	
- semillas calificadas	66
- fertilizantes	23
- pesticidas	67
No reciben contribuciones	29
Reciben creditos	35 (max.5-9ha)
Reciben asistencia tecnica	16

#### 1.2.2 Estructura y regulación de productos agrícolas

La estructura de la distribución del areal arable entre las cosechas es estable. Durante los últimos años solamente el areal de cultivo del algodón está cambiando continuamente.

El modelo de cosechas está presentado en la tabla debajo.

Tabla 7 Modelo de cosechas y recolección

Cosechas	Área 10 <sup>3</sup> ha	Recolección		Índice de aumento anual %
		1984/85 kg/ha	1993/94 kg/ha	
Cereales:	428.3			
- maíz	218.3	1700	2114	2.7
- trigo	174.8	1480	2149	4.8
- sorgo	17.1		1299	
- arroz con riego	18.1		3970	
Raíces:	186.5			
- mandioka	174.3	14200	17100	2.5
- batata	12.2		8699	
Leguminosas:	77.2			
- poroto	68.1		681	
- arveja	1.7		914	
- habilla	7.4		1048	
Productos industriales:	1241.3			
Soja	694.1	1630	2587	5.9
Algodón	381.1	1220	997	
Caña de azúcar	55.6		50t/ha	
Menta	14.0		3751	
Girasol	31.3		1285	
Yerba mate	27.1		2338 (3.69kg/planta)	
Mani	38.1		1099	
Cafeto	6.3		766 (1.02kg/planta)	
Tungsteno	11.0		4203 (9.54kg/planta)	
Frutas:	35.8			
Guineo	9.6		7900 (7.93kg/planta)	
Naranja dulce	10.2		16797(71.7kg/planta)	
Naranja agria	10.9		17373(2.61kg/planta)	
Piña	2.8		12385(0.66kg/planta)	
Pomelo	1.0		67582(126kg/planta)	
Uva	1.3		8531(11.97kg/planta)	

El informe sobre producción animal se encuentra en el anexo II.

Esta producción sirve para alimentar la población así como constituye una fuente de intercambio comercial. El nivel nacional de suministro de alimentos ha alcanzado el nivel medio, aunque ha bajado débilmente durante los últimos años hasta el nivel de 2680 Cal/cápita (20% de origen animal) lo cual es considerado por FAO ser un 115% de las necesidades mínimas, pero constituye un 80% del nivel europeo ; un 105% del nivel latinoamericano.

Productores agrícolas constituyen también un componente importante de los bienes exportados. En la siguiente tabla se presenta la distribución de los productos básicos entre el consumo interno y la exportación así como el potencial de la exportación.

Tabla 8 La producción y la exportación de productos agrícolas

Producto	Producción	Exportación		% prod.	Nivel de máximo de 10 <sup>3</sup> t/año
	1993 10 <sup>3</sup> t	Volumen 10 <sup>3</sup> t	Valor 10 <sup>6</sup> USD		
Algodón (fibras)	151.5	138.7	164.9	91.5	218.5
Soja	1795.8	1774.7	306.7	98.8	1976.0
- grano	1795.8	1360.4	223.7		
- aceites	50.2	72.4	32.4		
- harina	239.4	160.4	24.4		
- pellet	42.8	179.0	26.2		
Azúcar	108.5	5.9	2.3	5.5	135.8
Cereales	942.0	4.2	0.8	0.05	942.0
Aceites esenciales	0.9	.	.		
Verba mate	51.6	0.08	0.1	0.01	51.6
Productos de carne	140.3	31.2	47.7	22.2	142.5

La exportación de frutas es marginal.

El valor total de los productos exportados mencionados en la tabla es de 530.7 millones de USD lo cual constituye 73% de la exportación total del año 1993.

### 1.2.3 Guión de producción agrícola

La producción de alimentos ha incrementado durante los últimos 12 años en un 4% anual con el incremento de la población de un 3.2% anual.

Considerando que el crecimiento de la población no bajará del nivel de 3% anual, el siguiente guión hasta el año 2005 ha sido preparado:

- (1) cereales
  - la producción de cereales crecerá 1.6 veces como resultado del aumento de la población y el incremento del consumo de calorías.
- (2) algodón
  - la demanda mundial de algodón de alta calidad es muy alta, lo cual permitirá obtener un nivel de exportación de 350,000t/año.
- (3) soja y aceites
  - teniendo en cuenta una gran competencia de la soja proveniente de USA, un incremento moderado de la producción es previsto hasta alcanzar unos 2,500,000 toneladas.
- (4) la elaboración de caña de azúcar en combustible y otros productos químicos puede requerir un incremento de la producción de caña de azúcar. Es prevista una producción de etanol de 300,000 t/año, que servirá como combustible y materia prima para la industria química.
- (5) la producción de casava debería de incrementar dos veces, para ser utilizada en: la producción de productos de alimentación animal, consumo local, exportación, producción de almidón y productos derivados.
- (6) la producción de otros productos debería crecer 1.6 veces.
- (7) las cabezas de ganado también crecerán 1.6 veces, lo cual requerirá más alimentos. Para producir una cantidad suficiente de productos forrajeros, los pastos tienen que ser fertilizados.

Demanda de diferentes productos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 9 Demanda prevista de productos agrícolas

Producto	Producción en el año 2005 10 <sup>3</sup> t/año	Área 10 <sup>3</sup> ha	Cosechas requeridas t/ha
Cereales	1600	500	3.2
Soja	2500	806	3.1
Cana de azúcar	8000	1000	80.0
Mandioca	2700	135	20.0
Algodón	1000	400	2.5
Otros	.	800	.

Para obtener tal incremento en producción es necesario aumentar la superficie del área arable a 3.6 millones ha y o incrementar las cosechas, fertilizando el suelo y aplicando pesticidas.

### 1.3 Estadísticas relacionadas con el consumo de fertilizantes

Las estadísticas relacionadas con el consumo de fertilizantes son difíciles de obtener. La deregulación de la importación que ha tenido lugar durante los últimos años resultó en una dificultad en obtener datos creíbles. Se sabe también que ciertas cantidades de fertilizantes pueden ser importadas ilegalmente. La cantidad de fertilizantes consumidos pueden ser definidos en tres maneras:

- de oficiales fuentes estadísticas
- estimando el estudio de caso de fertilización (Apéndice V)
- fertilización con relación al incremento de cosechas durante los últimos años

#### 1.3.1 Datos históricos

Los datos históricos han sido obtenidos del estudio de JAICA, datos estadísticos procedentes de las N.N.U.U. relacionados con el comercio exterior y los reportes a FAO del Ministerio de Agricultura y Ganado (MAG).

Los datos recogidos están presentados en la tabla.

Tabla 10 Importaciones del fertilizantes

Años	1987	1990	1992	1994
	toneladas/año			
Abonos	31,000	45,000	58,000	70,000

Los precios de fertilizantes importados (toneladas a granel) a Paraguay eran, de acuerdo con los reportes de las N.N.U.U., en 1990 - 182 USD/t y en 1992 - 200 USD/t.

Aunque esto son precios CIF frontera de Paraguay y no precios al agricultor. El listado de precios de los abonos al agricultor se presenta en el Apéndice V.

La cantidad de fertilizantes del año 1994 es muy cercano a las previsiones de JAICA del año 1987 (67,600 t. año).

La composición de los fertilizantes no es presentada. MAG ha presentado a FAO la división de abonos importados solamente del año 1994 (Apéndice III). De acuerdo co esta división los nutrientes NPK han sido importados en la cantidad de 36.8 mil toneladas y la relación N:P2O5:K2O es 1:2.9:0.7.

El incremento presentado resulta en un índice anual de 14.5%. Estos datos tienen que ser satisfactorios, porque han sido obtenidos sin ningunas actividades efectivas de marketing de los comerciantes.

Es previsto que hasta el año 2005 Paraguay importará 250 miles de toneladas de fertilizantes en granel. Hay que añadir que son unas previsiones pesimísticas de incremento de importación.

### 1.3.2 Estimación del estudio de caso

En el año 1991 MAG ha creado un registro de fincas que reciben fertilizantes.

Tabla 11 Fincas que reciben fertilizantes

Area	
5-9 ha	15
10-19 ha	23
20-49 ha	32
50-99 ha	59
>100 ha	44

También la distribución general ha sido investigada.

Tabla 12 Consumo distribución de fertilizantes en 1991

Número total de fincas	abonos	Fincas que reciben pesticidas	Cantidad toneladas	1000 l
205.660	77.947		55.727	4.850
205.660		189.607	610	3.945

De los datos presentados se puede concluir que los fertilizantes son utilizados en 1.6 millones de hectáreas del areal arable.

Debajo se presenta resultados de la transformación de los datos del estudio de caso a todos los areales de cosecha.

Tabla 13 Resultados del estudio de caso

Producto	Intensidad kg NPK ha de acuerdo con el estudio de caso	Área 10 <sup>3</sup> ha	Demanda total t NPK
Soja	37	655	24.230
Trigo duro	41	392	16.070
Otros	35	450	15.750
Total		1600	56.050

Está claro que en el caso de NPK concentración 52% en abonos, la importación debería ser dos veces mayor que la presentada en el estudio. En este caso el índice anual de crecimiento sería de 23.9%. La cantidad de 147.000 toneladas de importación de fertilizantes a granel parece no ser probable.

Por esta razón otra investigación sobre el incremento de recolecciones de 5 cosechas ha sido realizada en 1987 por JAICA.

### 1.3.3 La fertilización calculada a base de recolecciones de cosechas

Utilizando la metodología de FERTIS (Apéndice IV) es posible calcular el índice de fertilización, el cual contiene el óptimo para la cosecha determinada y la influencia de los abonos en el incremento de la recolección (60%). En este caso se presentan los siguientes parámetros:

Tabla 14 La fertilización calculada a base de recolecciones de cosechas.

Cosecha	Intensidad del óptimo agroeconómico kg/ha NPK	Área 10 <sup>3</sup> ha	Fertilización calculada de acuerdo con incremento de recolección kg/ha	Demanda estimada t/año NPK
Soja	100	655	30,0	19.650
Trigo	160	175	33,6	5.880
Maíz	140	218	20,0	4.360
Otros	100 x	450	35,0	16.650
Total		1600		46.540

x) medio de las cosechas básicas restantes

Estas estadísticas estiman la importación de fertilizantes (a granel) en 89.500 toneladas año, lo cual parece ser más real que datos estadísticos oficiales si se considera el incremento de cosechas desde el año 1987.

Este incremento resulta en un índice de aumento de la fertilización de 16.4% anual. De acuerdo con las previsiones de esta tendencia, la importación de fertilizantes alcanzara 385,000 toneladas año. Esto es el valor mediano de la previsión.

### 1.4 Estimación de la demanda de fertilizantes bajo determinadas condiciones económicas (metodología de FERTIS)

La demanda de fertilizantes puede ser estimada utilizando la quion agronomic considerando que la superficie de areal arable aumentará hasta 3.6 millones de hectáreas y 1.5 millone de hectares de los pastos durante el periodo de los próximos 10 años.



Tabla 17 Demanda de fertilizantes con areal arable de 3.6 mln. ha en el año 2005

Producto	Produccion en el año 2005 10 <sup>3</sup> t/año	Area 10 <sup>3</sup> ha	Demanda de abonos NPK kg/ha	Cosechas requeridas t/ha
Cereales	1600	500	140	3.2
Soja	2500	806	100	3.1
Cana de azucar	8000	1000	120	80.0
Mandioca	2700	135	160	20.0
Algodon	1000	400	140	2.5
Pastos	.	1500	50	.
Otros	.	800	100	.

La demanda de fertilizantes en el caso de areal arable des 3.6 millones ha ; requiere la construcción de una planta de amoniaco de 600 MTPD, planta de ácido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) de 610 MTPD y dos líneas de planta de NPK de capacidad 1000 MTPD a granel cada una.

Las restantes 98,000 t/año de amoniaco se usaria como la fuente directa del nitrógeno, o en forma líquida, o en forma del agua amoniacal. El consumo de nitrógeno directa en forma de urea (450 MTPD) non se considera rentable.

El resumen de la demanda opcional de fertilizantes hasta el año 2005 se presenta en la tabla debajo.

Tabla 16 Demanda opcional de fertilizantes hasta el año 2005

Guion	Demanda de fertilizantes t/año			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	a granel
Tendencia presente (14.5% per año) -P	32	75	32	250
Medio (16.4% per año) -M	53	106	53	385
Areal arable extendido (3.6 millones ha) -E	155	188	148	652

### 1.5 Índice de beneficio coste y instrumentos de política

La demanda de fertilizantes es definida por muchos parámetros, de los cuales uno es de mayor importancia. Es el índice de beneficio coste para el agricultor (parámetro ICB). Si el objetivo de la producción de agro-productos tiene que ser cumplido, entonces el índice de beneficio coste no puede ser menor que 2, pero es preferable que su nivel sea alrededor de 3.

La calculacion del ICB es realizada para comprobar las previsiones de la demanda de fertilizantes. Esto se realizara para la guion (E- establecimiento de una planta de fertilizantes). Las cosechas obtenidas en 1994 serian comparadas con estas obtenidas gracias al uso de cantidades mas grandes de fertilizantes.

La previsión de los precios hasta el año 2005 no es ni posible ni práctico. Con el propósito de comparación los precios actuales de cosechas y fertilizantes serán utilizados. Naturalmente en caso de establecimiento de una planta de fertilizantes local los precios de estos serían más bajos que los precios de los abonos importados, aunque esto solamente incrementaría el valor del VCR actuando en la dirección de un incremento más rápido de la aplicación.

Los resultados de las calculaciones se presenta en la tabla debajo.

Tabla 17 Coeficientes del VCR para diferentes quiones de demanda de fertilizantes

Parámetros	Unidades	Guión E
Cantidad de abonos	t/año	410,000 NPK
N:P:K	1	1:1.22:1
Coste de abonos	10 <sup>6</sup> USD	270
Valor del incremento de las cosechas	10 <sup>6</sup> USD	900
VCR	1	2.3

Los resultados no son satisfactorios. La razón es que el agricultor recibe un precio bajo por los productos agrícolas, aunque los precios CIF para los exportadores son profitables. Por esta razón las siguientes medidas son necesarias para mejorar la situación y motivar los agricultores a utilizar fertilizantes.

- (1) incrementar los esfuerzos de marketing vía:
  - fertilizaciones experimentales de los areas arables. El servicio de extensión cultiva un areal cercano al perteneciente al agricultor determinado, aplicando una cantidad óptima de fertilizantes. Si la cosecha es suficientemente alta, el agricultor después de la recolección paga los costes adicionales al servicio de extensión. En otro caso el riesgo lo toma el servicio de extensión del producente o el gobierno;
  - edición y distribución de folletos de información escritos de una manera simple y comprensible;
  - organizando competiciones con premios para agricultores que mejor apliquen los fertilizantes en el nivel local o nacional;
  - publicidad intensiva en la TV y la radio
- (2) organizar un sistema de compras regulares de cosechas al agricultor estableciendo un fondo de reserva agrícola. El fondo asegurará mínimos ingresos a los agricultores, así como cuidará que los precios de los productos agrícolas sean estables. El fondo cubrirá también los costes de almacenamiento de los fertilizantes durante los períodos entre la siembra y la fertilización.
- (3) organizar un sistema de ayuda para los agricultores pequeños similar al establecido en Francia o Alemania.

Los recursos financieros requeridos para estas medidas provendrían de la exportación adicional de los productos agrícolas (IVA) y impuestos sobre renta de los comerciantes. Los esperados ingresos del presupuesto gracias a la mejora de la eficiencia (cosechas) de agricultura están esperados en valor de los 100 millones dólares en un (1%) IVA y 2.5% del impuesto sobre la renta de venta (25% de 10% del beneficio).

## 2. Establecimiento de la instalación de fertilizantes

### 2.1. Las facilidades de "FERTIPAR"

El Ministerio de Agricultura y Ganadería junto con el Gobierno provincial de Itapúa estableció una instalación de mezcla de fertilizantes con el fin de crear una formulación adecuada para las diferentes cosechas en Paraguay. La instalación fue establecida en el distrito Itapúa cerca de los centros agrícolas. FERTIPAR es una empresa pública (nacional), posee 20 ha de suelo viable y edificios de pesaje y almacenaje de capacidad 60,000 m<sup>3</sup>. La instalación de mezcla se compone de cilindro de carga, transportador vertical, silo de almacenaje, silo de pesaje, cilindro de mezcla, silo del almacenaje de mezcla y de la instalación tiposicional del embalaje. La instalación ocupa menos de 15% de la área. 50% del edificio está destinado para el almacenaje de las materias primas y de los productos. La capacidad del almacenaje alcanza 4000t de fertilizantes a granel (en 15 compartimientos) y 3000t de fertilizantes embalados. La capacidad calculada de la instalación alcanza 50,000 t/año para una operación del traslado. En 1994 la instalación produjo 7,000 t/año de fertilizantes mix. La demanda de los fertilizantes en esta área se divide en dos temporadas:

- temporada invernal (Abril/Mayo), cuando se necesita fertilizantes para cereales y vegetales. Se estima, que en esta temporada se usa unos 30% del consumo total.

- temporada de verano (Septiembre-diciembre), cuando se necesita fertilizantes para otras cosechas (maíz, caña, arroz, algodón, soja, SORGHUM). Durante este periodo se necesita 70% de la demanda potencial.

Por eso la instalación puede trabajar todo el año o en temporadas. En el primer caso se necesita el capital en trabajo para mínimo 6 meses (unos 10 millones USD). En el segundo caso la instalación puede trabajar en el nivel de capacidad de 35%. Sin embargo, como la instalación puede trabajar en tres turnos durante esos periodos, la capacidad alcanza 50,000 t/año de fertilizantes mezclados. Durante ese periodo se necesita el capital en trabajo de 5 millones USD (por medio año).

Tabla 18 El coste financiero del FERTIPAR

	Operación por año entero	Operación en temporadas
Coste USD	2.8 millones	0.7 millones
Coste USD/t	47	11.7
Hay que añadir los costes operativos:		
amortización	USD t 5	
mano de obra	USD t 0.2	
fuerza	USD t 0.2	

La diferencia entre el valor de la compra y el suministro es 17.6 USD t para las operaciones temporales.

No obstante la mezcla requerida por los farmers puede ser obtenida por el importe de forma granulada, pues la demanda de los fertilizantes mezclados puede incrementar mediante la diferenciación de los precios entre la importada forma granulada y los fertilizantes mezclados. Realmente en la granulación similar se puede mezclar solamente definidos sortos de fertilizantes (DAP, ISP y MOP).

FERTIPAR, como el comprador de grandes cantidades de fertilizantes debería obtener descuentos.

Parece, que para la mejora de la operación de FERTIPAR-ITAPUA se debe establecer la granulación de materias primas (amoníaco, ácido fosforico, KCl), como la producción de los fertilizantes líquidos. La parte de la instalación existente podría ser utilizada para esta actitud. Eso requiere:

- formación del almacén del amoníaco
- formación del almacén del ácido fosforico
- formación de la neutralizadora-granuladora (instalación tubo-cilindrica)

En este caso los locales materiales granulados podrían ser usados por precios competitivos.

El perfil tecnológico de esta inversión está relacionada en apéndice A. La instalación debe después absorber la producción local de amoníaco. La concepción está presentada en la parte "Los escenarios del desarrollo de la producción de fertilizantes en Paraguay".

## 2.2. Evaluación de los estudios técnico-económicos preparados por MIC

### 2.2.1 Posibilidades de una mayor industrialización ante la disponibilidad de energía hidroeléctrica. Industrias energo-intencivas. Los estudios preparados el 1980 por consultores de GOPA (FRG)

En los estudios se menciona la electroquímica alternativa de la producción de amoníaco. Sin embargo el perfil productivo está relacionado a la producción del ácido nítrico y amonio nitrato y no es adecuado a las condiciones de tierras en Paraguay. De otra parte la información de costes y precios no es actual.

### 2.2.2 El informe de "feasibility study" sobre la creación de la fábrica del fertilizante de fosfato (JAICA-Marzo 1987)

El perfil productivo de la fábrica de fertilizantes fue adecuado a las tierras locales y a los perfiles de los productos agrarios. La estimación del mercado de los fertilizantes el año 1993-1994 ha previsto la consumción de 70,000 MPTT de NPK, que es igual con los datos presentes. La valoración del programa de la producción ya no es válido.

El establecimiento de la instalación de fertilizantes en el presente requiere mas cantidad de fertilizantes para el consumo hasta el año 2000 y 2010. Por eso la capacidad de las instalaciones implantadas ahora sería más alta. La evaluación de los precios y costes es tampoco actual, así para las cosechas, como para los costes de inversión. El precio de energía estimado (14 mills USD kWh) es ahora más alto también (21 mills USD kWh).

Se ha de preparar un nuevo "feasibility study" para Paraguaya Fertilizantes S.A. con acordación con el plano de implantación y tomando en consideración las opiniones de ese informe.

### 2.2.3 El prospecto preliminar del estudio propuesto preparado por Messr. UHDE.

Es un estudio de estimaciones preliminares, que supone el establecimiento de 1,000 MTPD de amoníaco y 1,700 MTPD de urea con costes de inversión de 280 mills USD sin tomar en consideración la demanda total del mercado así como las proporciones de N:P:K requeridas. En realidad solamente 10%-15% de la capacidad de urea podría ser usada en el mercado local, con el exporte de la parte restante a los mercados de Argentina y Brasil sin beneficios comparables. A pesar de que la regranulación de urea con superfosfórano triple (TSP) y KCl (MOP) es posible en condiciones específicos del proceso, que esta tecnología no tendrá ningunas ventajas en comparación de la granulación directa del amoníaco, ácido fosfórico y MOP en composiciones requeridas.

El proceso de amoníaco propuesto es un sistema anticuado de la utilización de energía térmica para el nuevo de máquinas. A pesar de que el consumo común de gas natural pertenece a la area de procesos competitivos, el vapor de gran presión producido no podría ser aplicada, porque para el proyecto de Paraguay se toma en consideración un compresor eléctrico. MIC debería pedir Messr. Uhde por la preparación de la oferta preliminar sobre la fábrica de amoníaco de capacidad de 6000, basada en el concepto CAP en la sección de reformatión y en la alternativa, propulsión de las máquinas por los motores eléctricos. Similar peticiones de oferta deben ser mandadas a: Topsoe-Dinamarca, Kellogg-Houston, Estados Unidos y ICI-Inglaterra. Estas empresas son los líderes en el moderno proceso de baja energía.

## 2.3 Estrategia de desarrollo de la industria de fertilizantes

Los gobiernos en países de bajo nivel de ingresos per capita continúan sus esfuerzos de producir una cantidad de alimentos suficiente tomando ciertas medidas y participando en programas de inversión en el desarrollo del complejo agroindustrial. Uno de los factores que influye el incremento de producción alimentaria (aparte del incremento del areal de cultivos) son las contribuciones agrarias. Los fertilizantes constituyen una clase de contribución.

### 2.3.1 Complejo Agroindustrial

La industria de fertilizantes constituye una clase especial de operación técnica que pertenece al complejo agroindustrial, el cual se presenta como una mezcla de sectores: agrario e industrial. Por esta razón es difícil encontrar datos complejos y la estimación de ellos en estadísticas y reportes nacionales.

Los datos necesarios de la rana están dispersos entre diferentes Ministerios, Agendas del Gobierno, Agendas Internacionales, Institutos de Investigación, industriales, mayoristas y agricultores. Sin embargo un integrado tratamiento del tema es necesario si se quiere crear y realizar un intenso programa de producción agraria.

A fin de evaluar el potencial y la organización del incremento de producción agraria es imprescindible identificar los subsectores que contribuyen al aumento de contribuciones agrarias y tratarlos como una integridad.

Entre las industrias y las actividades semi-industriales que contribuyen al crecimiento de la producción los siguientes pueden ser nombrados:

- industria de instrumentos y máquinas agrarias
- actividades semi-industriales relacionadas con la irrigación y el mejoramiento del suelo (muy a menudo con el uso de maquinaria de gran escala)
- industria de fertilizantes
- industria de pesticidas
- industria de proceso de alimentos
- industria de aditivos alimentarios
- industria de empaquetados

Para poder analizar el desarrollo de la industria de fertilizantes es necesario identificar en que condiciones presentes tal presentes como futuras el complejo agroindustrial operará. La contribución de todos los elementos es de tal importancia que los que toman las decisiones deben tratar la solución del problema de un modo especialmente integrado.

Si en el futuro especies de cosechas intensivas continuarán de ser introducidas (por ejemplo especies genéticamente más eficientes), entonces todas las aportaciones industriales tendrán que aumentar su contribución a los productos agrarios. Las especies intensivas consumen rápidamente los minerales del suelo y sin una fertilización compleja (los mini-minerales incluidos) el suelo se convertirá en barro durante un corto periodo de tiempo. Las especies intensivas son más sensibles a los hongos y parásitos. La agricultura intensiva no puede existir sin una bien planificada y realizada aplicación de pesticidas.

Alta eficiencia de producción agraria necesita de un alto nivel de mecanización de la recolección. También los desperdicios de la producción alimentaria de gran escala pueden ser utilizados en la alimentación animal. Este proceso, para ser realizado adecuadamente, requiere la utilización de minerales especiales, farmacéuticos y productos químicos.

Solamente un integrado tratamiento del tema puede ayudarnos a encontrar la mejor manera de incrementar la eficiencia de la producción alimentaria. La producción de fertilizantes y su uso constituye solamente uno de los problemas que tienen que ser solucionados. Sin embargo para identificar los datos analíticos para los estudios complejos, es debido estimar la influencia del desarrollo de la industria de fertilizantes utilizando siguientes informaciones:

(a) previsto perfil y dimensión de las cosechas. Estas informaciones pueden ser útiles para evaluar las necesidades relacionadas con el transporte, almacenaje y maquinaria requerida (para la aplicación de fertilizantes);

(b) programa de proceso de las cosechas en alimentos. Esta información posibilitará el establecimiento de la industria de proceso de alimentos y el desarrollo de la industria de aditivos alimentarios;

(c) programa de producción óptima de fertilizantes. Esta información ayudará a estimar el coste de la inversión y las políticas de promoción de la aplicación de fertilizantes.

Este trabajo trata solamente del último problema, como la solución de los demás problemas del complejo agroindustrial requiere contribuciones multiprofesionales que pueden ser ofrecidas por un proyecto de asesoría técnica.

### 2.3.2 Posibilidades que han de ser investigadas

La producción mundial de fertilizantes ha alcanzado un nivel muy alto y aún siguen observándose mejoramientos en procesos tecnológicos. Se han creado modelos de producción así que escoger una alternativa para cierto país no trae mucho riesgo.

Debajo se presenta posibilidades de desarrollo de la industria de fertilizantes, preparadas para ser implementadas si las condiciones no lo impiden:

### 1. Red de granulación y composición

Es una estructura dispersa de la industria de fertilizantes. Se establece plantas pequeñas de granulación y composición, las cuales prestan sus servicios a agricultores en un radio de 100 km. Si el índice de la relación del areal cultivado al total del areal de la región es igual a 0.33, la capacidad de producción de la planta de granulación/composición puede alcanzar unas 40 000 toneladas/año con un medio índice de fertilización (150 kg NPK/hectárea). El desarrollo de esta alternativa requiere:

- establecimiento de las plantas - "madres" de producción de ácido fosfórico y amoníaco que suministren materias primas para las plantas de granulación. Suministros de fertilizantes que consistan de un elemento es posible pero no es recomendado. En principio substratos para las plantas de granulación pueden ser importados. Las plantas regionales pueden también aconsejar los agricultores con respecto al uso óptimo de los fertilizantes, adaptando el perfil de la producción (índices del NPK) a los requerimientos de cosechas y períodos de fertilización necesaria.

- establecimiento de la estructura logística (medios de transporte necesarios, carreteras, laboratorios, facilidades en el proceso de granulación)

### 2. Red de plantas de granulación/composición a escala pequeña

Esta alternativa puede ser tomada por consideración en países/regiones donde las materias primas están dispersas por sitios de alto consumo de fertilizantes (por ejemplo pequeñas cantidades de recursos de gas natural o rocas pequeñas pero ricas en fosfato, depósitos de alta calidad). También la demanda en tal región debería ser suficientemente alta como para poder utilizar la producción de amoníaco de las instalaciones que suministran 500 MTPD de amoníaco y 100 MTPD de ácido fosfórico sin cubrir costes de transporte excesivos. El desarrollo de esta alternativa necesita del establecimiento de la siguiente infraestructura:

- pequeñas plantas de producción de amoníaco en las regiones donde hay fuentes de materias primas;
- suministros del ácido fosfórico importado o producido en plantas locales localizadas en regiones de fuentes de materias primas;
- plantas complejas de granulación/composición afiliadas.

En este caso los problemas logísticos son de menor importancia. Los centros locales prestan también servicios de extensión a los agricultores y se adaptan fácilmente al modelo local de producción de la cosecha. Debajo se presenta parámetros que influyen la solución económica y técnica:

- coste precio del gas natural y rocas de fosfato locales
- logística de la distribución de fertilizantes de plantas pequeñas a los agricultores (red propia de distribución, utilización/extensión de red existente)
- habilidad y condiciones de venta a crédito de fertilizantes a los agricultores (directamente o por bancos locales)
- especificación detallada de la diferencia de precios entre el precio CIF de los fertilizantes y el precio al agricultor (diferente gradación necesaria para el perfil de producción local agraria).

### 3. La producción centralizada de fertilizantes de múltiples componentes

Esto es una poco centralizada alternativa de producción. Toma en cuenta el establecimiento de grandes complejos los cuales producen fertilizantes de múltiples componentes. Todas las materias primas deben ser transportadas al grande complejo industrial y una gran cantidad de complejos fertilizantes que contienen muchos nutrientes han de ser transportados al agricultor. El número de gradaciones alternativas es limitado, así que solamente un sistema general de aplicación puede ser utilizado. El fabricante de fertilizantes está a larga distancia del mercado de consumo.

## 2.4 Los quiones del desarrollo de producción de los fertilizantes en Paraguay.

### 2.4.1. La alternativa de urea y de nitrofosfato

Desde cierto tiempo se habla sobre la posibilidad del establecimiento de la fábrica de amoníaco y urea en Paraguay.

No se recomienda la construcción de la fábrica de urea por razones siguientes:

(a) La variedad de las cosechas que domina en las agriculturas locales requiere la aplicación de los fertilizantes compuestos con diferente relación N:P:K. La producción de urea que contiene solamente 46% del nitrógeno requiere un importe adicional de fertilizantes NPK o sus componentes y el establecimiento de adicionales fábricas de compactación y granulación. A pesar de que la mezcla granulada de TPS, urea y KCl es posible en el presente, el coste de inversión de la fábrica de granulación y compactación de capacidad de 2,500 MTPD alcanzara unos 70 millones USD sumando el coste de cada tonelada de la mezcla producida. En el caso del importe del DAP hubiera el exceso de nitrógeno y tubieran que ser exportadas partes significantes (75%-85%) de urea. Como Paraguay no tiene especificas ventajas comparativas en la producción de urea en comparación con otros países de MERCOSUR, los precios de exporte estarían bajas. Los costes adicionales del transporte deberían ser añadidos, transformando la producción de urea en la actitud bajo profitable.

La producción de nitrofosfato es acompañada por del nitrato de amoníaco y compuestos de N:P:K se obtiene in relación 2:1:1. Para la selección del quion del producción el nitrofosfato se necesita detalladas ofertas de empresas ingenierias.

(b) La tecnología de la planta de urea es económica con las instalaciones de altas capacidades. El consumo proyectado de nitrógeno en el nivel de unos 100,000 MTPD requiere la producción de 700 MTPD de urea, que es una instalación relativamente pequeña, con alta amortización de los componentes de costes de la producción.

La pequeña cantidad de urea necesitada por la agricultura como el fertilizante directo puede ser importada.

### 2.4.2 La alternativa de fertilizantes complejos

Tomando en consideración las desventajas de la producción de urea, se desarrolló la concepción de fertilizantes complejos (compuestos).

En la Republica de Paraguay hay opciones siguientes del desarrollo de la industria de fertilizantes:

- (1) no desarrollar la industria. Importar todos los fertilizantes.
- (2) desarrollar la industria de granulación. El amoníaco, ácido fosfórico y clorido de potasio estarían importados y granulados en una o más instalaciones alocadas en concentradas áreas agricultoras. Para facilitar se preparó perfiles tecnológicos para una fábrica de granulación.
- (3) producir amoníaco y ácido fosfórico basando en el importe de roca de fosfato y en el proceso electrotermico. KCl quedaria importado.

Para la selección del quion se necesita detalladas ofertas de empresas ingenierias y de licenciarios. Sin embargo, para reducir el numero de las opciones se preparó la estimación preliminar con el uso de perfiles tecnológicos desarrollados por UNIDO. La comparación está hecha para las siguientes capacidades de producción que resultaron de la proyección de la demanda de fertilizantes:

#### **EL ALMACENAJE DEL AMONIACO**

En el caso del importe de amoníaco se necesita dos almacenes de amoníaco:

- en el puerto de Buenos Aires (30,000 T)
- en el puerto sobre el río (10,000 T)
- en el campo de fábrica de granulación (10,000T)

Es necesaria también compra de las barcas especialmente proyectadas para el transporte del amoníaco por el río Paraná.

El perfil tecnológico está añadido. (Apéndice A).

**EL ALMACENAJE DEL ÁCIDO FOSFÓRICO**

En caso del importe del ácido fosfórico se necesita dos almacenes de ácido fosfórico:

- en el puerto de Buenos Aires (5,000 T)
- en el puerto sobre el río (2,000 T)
- en el campo de la fábrica de granulación (2,000T)

Es necesaria también la compra de las barcas especialmente proyectadas para el transporte del ácido fosfórico por el río Paraná.

El perfil tecnológico está anádido. (Apendice X)

**AMONIACO**

La capacidad del amoniaco 600 MTPD instalado

Operó con la capacidad de 85% (310 días en la capacidad instalada, o 330 días en la capacidad de 470 MTPD)

La producción anual de amoniaco: 188,000 MTPY

La producción de nitrógeno nutritivo: 155,000 MTPY

El perfil tecnológico está anádido. (Apendice IX)

**ÁCIDO FOSFÓRICO**

El ácido fosfórico de 610 MTPD de  $P_2O_5$  de capacidad instalada

Operó con la capacidad de 85% - (310 días en la capacidad instalada, o 330 días en la capacidad de 570 MTPD de  $P_2O_5$ )

La producción anual de  $P_2O_5$  de 188,000 MTPY es igual que 290,000 MTPD de  $H_3PO_4$  de 52% de concentración.

El perfil tecnológico de la producción termoquímica del ácido fosfórico está anádido. (Apendice IX)

La roca de fosfato podría ser importada de Brasil de Goiasfertil, Ciudad de Catalao.

**LA FÁBRICA DE NEUTRALIZACIÓN/GRANULACIÓN DE NPK**

La capacidad instalada de la fábrica de NPK 2,100 MTPD

Operó con la capacidad de 85%

La producción anual de NPK 410,000 MTPY en la relación media 11:29:23

La producción anual a granel: 652,000 MTPY.

**2.5 El programa de producción**

El programa facilitado de la producción está presentado en la ilustración 1.



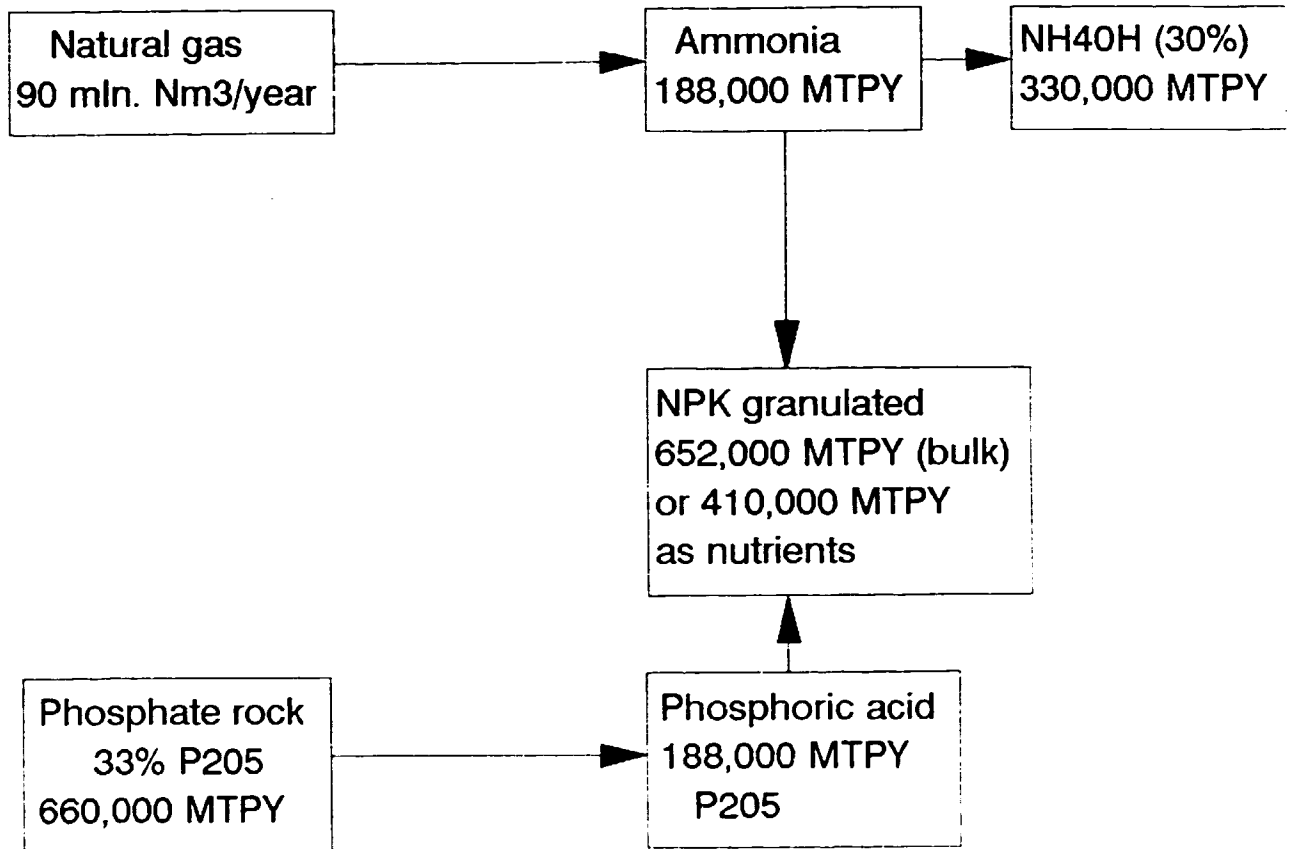


Ilustración 1 El esquema facilitado del programa de la producción

La fábrica del amoníaco de capacidad 188,000 MTPY con la alternativa de baja energía, cuando todos los compresores grandes estuvieran accionados por motores eléctricos, usaría unos 90 millones Nm<sup>3</sup> de gas natural. 90,000 MTPY de amoníaco se usaría para la producción de fertilizantes compuestos. Esta cantidad resulta de balanza estequiométrica en producción de DAP de 188,000 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en ácido fosfórico. Las restantes 98,000 t/año de amoníaco se usaría o como la fuente directa del nitrógeno, o en forma líquida de fertilizantes para suplementar la demanda del nitrógeno para los cereales, maíz y legumbres.

Si eso estuviera práctico en condiciones locales, se podría tomar en consideración la producción del carbonato de amoníaco. Esta alternativa tiene que ser evaluada en "feasibility study".

El ácido fosfórico sería producido del fósforo amarillo, obtenido por la reducción electrotrémica de la roca de fosfato. En tal caso se produce ácido fosfórico puro, que puede ser usado para la producción de la alimentación de animales (principalmente de vacas lecheras), calcio de fósforo de calidad alta. Se puede producir también el ácido fosfórico de concentración alta, que permite la producción de fertilizantes líquidos compuestos. Se podría producir fertilizantes compuestos de composiciones diferentes, basando en MAP y DAP de proporciones N:P. En el caso cuando se necesita fertilizantes de más alta concentración de nitrógeno se puede añadir al sistema de granulación también la urea importada.

## 2.6 La tecnología

Los procesos tecnológicos de amonio, ácido fosfórico y las instalaciones de granulación están presentados en los anexos VI, VII y VIII. Están mencionados naturalmente solo los procesos avanzados de producción de amonio. La lista de las licenciatarias o empresas ingeniería proveedoras tecnologías mencionadas está añadida en el apéndice XI. La mención de nombres de estas empresas no significa acuna preferencia de parte de UNIDO. Los perfiles tecnológicos están añadidos en el apéndice X.

### 2.6.1 Los perfiles tecnológicos

Los perfiles tecnológicos fueron preparados según la forma de UNIDO con el uso de los estándares internacionales de la metodología de cálculo de costes. Fueron usados los siguientes costes y parámetros:

- el precio de gas natural. El precio de gas natural está todavía en la fase de negociaciones con el gobierno Boliviano. También el coste del transporte está estimado preliminarmente. Sin embargo el valor de 90 USD 1,000  $\text{Nm}^3$  (2.6 USD/feet<sup>3</sup>), que proviene de los estudios preliminares parece ser aceptable;
- el precio de la energía eléctrica fue usado como para la industria de energía intensiva (21 US mills kWh);
- el precio del vapor fue calculado como si fuera producida por el calentamiento eléctrico;
- otros precios de los elementos están en el nivel internacional;
- la amortización fue calculada en el nivel de 10% anual del límite de costes del acumulador (BL) y 5% de OFF-SITES
- la cantidad de trabajo-horas/t fue calculada del número de trabajadores en 4 turnos y 2,200 h de trabajo en año;
- los costes de mantenimiento provienen de los de instalaciones existentes;
- los alquileres y impuestos fueron calculados como 2% de costes fijos de la inversión;
- la aseguración fue calculada como 15% de costes fijos de la inversión;
- los gastos para R&D fueron calculados como 1% de costes fijos de la inversión;
- los costes de venta se considera como 5% del valor de la venta;
- el impuesto sobre la renta fue calculado como 25% del beneficio antes del impuesto;
- el coste del transfero para el precursor del fertilizante (amoníaco, ácido fosfórico) fue calculado. Para los fertilizantes NPK fue usado el coste de las oportunidades del fertilizante, que es igual a los precios internacionales y costes del transporte.
- el interés del capital en trabajo (WC) fue calculado común para todas las instalaciones y proviedo en la cálculo de costes de NPK. Se usó la tasa de 12%.

## 2.7 El coste de inversión y parámetros simples de la eficiencia

Los resultados de la cálculo de los costes de la producción y de la eficiencia presenta siguiente tabla:

Tabla 19 El coste de inversión y parametros simples de la eficiencia

Instalacion	Coste de produccion USD/t	Coste de inversion millión USD BL OFF-SITE	PAT USD/t	SRR %	ROS %
Amoniaco	154.8	91.0	15.0	-	-
Ácido fosfórico (P205)	342.4	44.0	16.7	-	-
Aqua amoniaca	50.0	6.0	2.0		
NPK a granel*	175.5	48.4	11.0	63.4	24.4

\* composición media 11:29:22

PAT - beneficio despues del impuesto

SRR - tasa de restitución simple

ROS - restitución sobre venta

Naturalmente el precio de oportunidad es muy alto, que explica estos resultados. El precio alto de los fertilizantes es una de las causas de su bajo consumo.

Por eso sería posible bajar los precios y en el mismo tiempo obtener una restitución sobre inversión satisfactoria.

## 2.8 Estimación y selección de los programas de desarrollo alternativos

La comparación de los guiones del desarrollo de la industria de fertilizantes fue hecha mediante la estimación de costes de inversión de cada opción, así como de costes i beneficios de estas operaciones. Los valores fueron descontados según la tasa de 8% y el NPV y IRR fueron calculados. La calculación de costes de inversión y de los precios CIF están presentadas en el anexo X. En este etapa de la accesibilidad de datos la precisión de la calculación no es superior a 20%.

### Guión I

El importe permanente de los fertilizantes con la tasa del crecimiento del consumo de 14.5% p.a. Se usó precios actuales de CIF. Se tomó en consideración el periodo de 10 años. Los valores fueron descontados según la tasa de 8%. El coste del capital del incremento del exporte de otros subsectores de industria con el fin de creación la moneda exterior para el importe de fertilizantes (sumo de inversiones necesarias para obtener una unidad de venta) fue calculado en relación 4:1.

El año 2001 se concidera como el año primero si las soluciones alternativas serían posibles.

### Guión II

El importe permanente de amoniaco, ácido fosfórico y KCI para la producción de NPK en la instalación de granulación local. La tasa de crecimiento de fertilizantes 18% p.a.

Los precios CIF se componen de los precios FOB Gulf Coast, flete, costes del almacenaje, costes del transporte en barcazas. Se tomó en consideración el periodo de 10 años. Los valores fueron descontados según la tasa de 8%. El coste del capital de exporte que incrementa de otros subsectores de industria con el fin de creación la moneda exterior para el importe de amoniaco y ácido fosfórico (sumo de inversiones necesarias para obtener una unidad de venta) fue calculado en relación 4:1.

Se toma en consideración inversión en la instalación de NPK y almacenes de los precursores.

El año 2001 se concidera como el año primero si las soluciones alternativas serían posibles.

### Guión III

El importe permanente de KCI para la producción de NPK en la instalación de granulación local. La producción local de amoníaco y ácido fosfórico. La tasa de crecimiento de fertilizantes 30% p.a.

Los precios CIF se componen de los precios FOB Gulf Coast, flete, costes del almacenaje, costes del transporte en barcazas. Se tomó en consideración el periodo de 10 años. Los valores fueron descontados según la tasa de 8%. El coste del capital del incremento del exporte de otros subsectores de industria con el fin de creación la moneda exterior para el importe de KCI (suma de inversiones necesarias para obtener una unidad de venta) fue calculado en relación 4:1.

Se toma en consideración inversión en la instalación del amonaco, NPK y ácido fosfórico.

El año 2001 se concidera como el año primero si las soluciones alternativas sean posibles.

La comparación de los costes de inversión, y importaciones se presenta en tabla siguiente.

Tabla 20 Comparacion des quiones

Guión	Unidades	I	II	III
Coste de inversión	Millones USD	550	552	352
Importaciones	Millones USD	686	534	235

Como los quiones están compuestos de diferentes opciones macroeconómicas, su comparación es difícil. En general, la producción local de los precursores es más barata que el importe. El importe de los precursores, relacionado a un alto coste logístico y adicionales costes de inversión no es una solución preferida, sin embargo la creación de tal estructura podría hacer competitivo el exporte en diferentes condiciones mercantiles. Para obtener los resultados más exactos está necesario recibir ofertas de costes de inversión de las empresas ingenierías y todos los precios.

### 2.9 El programa de implantación

La intensividad de la actitud de implantación depende de la consideración de las conclusiones básicas de este informe. La preparación un normal calendario de inversiones para un complejo industrial de valor de 234 millones de dólares en el país desarrollado duraría 3-4 años, sin calculaciones y etapas preliminares (licitación, negociaciones, contratación, subcontratación). Por eso las etapas preliminares deben ser hechas de manera organizada, para proveer fidedignas informaciones antes del empiezo de la construcción.

Una solución definitiva para siguientes actitudes operativas fuera el establecimiento de la empresa nacional de fertilizantes (Paraguay Fertilizantes S.A.) con la mayor posible participación del capital privado, de las bancas y eventualmente de consortes extranjeros.

Sin embargo, para lograr tal nivel de desarrollo, los documentos básicos que revisan el programa de punto de vista del mercado y de la rentabilidad deben ser preparados y evaluados. Esto requiere la creación de un grupo organizado, así como los fondos necesarios para todas las actividades. Se sabe, que la etapa preliminar de inversión puede costar hasta 3% de costes de inversión.

Actividad	Fecha	Responsable
Suministro del reporte de misión	31 de Marzo 1994	Dr. J. A. Kopytowski
Decisión de MIC sobre la continuación	15 de Abril 1994	MIC
Recrutación de los consultantes	15 de Mayo 1994	MIC, UNIDO
Preparación de las peticiones de oferta y su suministro a las tres seleccionadas	15 de Junio 1994	MIC, consultante
Preparación de las ofertas	15 de Octubre 1994	Licenciadores
Evaluación de ofertas y selección de tecnología	15 de Noviembre 1994	MIC, consultante
Establecimiento de Paraguay Fertilizantes S.A. (PAFE SA)	31 de Diciembre 1994	MIC, industria privada
Contratación de "feasibility study"	31 de Enero 1996	Fondo de Desarrollo de Industria
Preparación de "feasibility study"	31 de Marzo 1996	Empresa consultadora
Establecimiento de villas de crédito	31 de Mayo 1996	MIC, PAFE SA
Preparación de ofertas para los suministradores de ingeniería y del equipaje	30 de Junio 1996	PAFE SA
Preparación de ofertas	30 de Septiembre 1996	Empresa Ingeniería
Selección de empresas ingenierías	30 de Octubre 1996	PAFE, consultante
Preparación y conclusión del contrato	31 de Diciembre 1996	PAFE
Preparación del proyecto preliminar y de trabajos administrativos	31 de Marzo 1997	Empresa Ingeniería
Peticiones de ofertas para ejecución local	31 de Mayo 1997	PAFE SA
Preparación de ofertas	31 de Julio 1997	Contrayentes
Evaluación de ofertas y selección del contratante general y subcontrayentes	30 de Septiembre 1997	PAFE
Conclusión de los contratos	30 de Noviembre 1997	PAFE
Construcción (1 año)	30 de Noviembre 2002	
Preparación y firmaación del acuerdo entre Bolivia y Paraguay*	31 de Enero 1997	
Conclusión del contrato con Bolivia	31 de Mayo 1997	
Licitación de la construcción de la tubería	30 de Junio 1997	
Conclusión del contrato	30 de Noviembre 1997	
Construcción de la tubería	30 de Noviembre 2002	

\* El primer día de la selección de gas natural, como la materia prima

### 3. Otras opciones del desarrollo de la industria y de la cooperación con UNIDO

#### 3.1 La lista de los potenciales proyectos de la cooperación UNIDO-MIC

El programa de la ventaja competitiva del desarrollo de la industria, basado en productos agrícolas y en los campos de industrias electrointensivas, fue discutido y acordado con MIC. La nota preliminar con las oportunidades de inversión está presentada por debajo.

En el informe suplementar se las presentará en forma de perfiles tecnológicos en los económicos volúmenes de capacidad. Eso sería la segunda, separada parte del reporte: "La busca de la concordia entre los fondos y las oportunidades de la economía".

La concepción basa en dos fondos nacionales:

- (1) provenientes de agricultura, por ejemplo la transformación industrial de los productos de agricultura, pero no está relacionada a la directa transformación de productos agrarios.
- (2) energía. La evaluación detallada de los fondos de energía se presentará en el segundo informe, así como los perfiles tecnológicos de la transformación energointensiva. Falta de minerales valiosos ha exigido el análisis de opciones basadas totalmente en las materias primas importadas y orientadas prácticamente en el total al mercado MERCOSUR. Por eso deben ser hechos intensivos estudios mercantiles de los productos propuestos, si los resultados preliminares presentarían la posibilidad de efectuar los proyectos.

Las propuestas preliminares están sumadas en tres partes:

#### I. DOWN-STREAM provenientes de agricultura

Naturales y semisintéticos colorantes para la industria textil.

Provenientes del algodón (acetilados y nitrotados etc.)

La industria de embalaje: transformación del plástico, embalaje del "tetrapack" etc.

Provenientes del almidón y de glucosa para chocolate caramelos etc. Importantes aceites para los dulces.

Naturales y sintéticos.

Sorbitol (surfactante del alimenticio)

Platos de madera de los desperdicios (resina de fenol, de urea y epoxidica).

La fermentación del jugo de caña de azúcar

- ácido acético
- anhídrido acético
- disolvente (acetato de etilo)
- éter etílico

II. Reconstrucción de la industria del aceite vegetal

Adiciones de las transformaciones:

- hidrólisis del aceite (ácidos alifáticos)
- introducción de la transformación ácidos alifáticos
- preparaciones cosméticas basadas en grasa animal, proteínas, aminoácidos
- glicerina, ésteros glicéridos (éteros), diglicéridos
- producción de alcoholes alifáticos y de sulfonadores
- producción de champús, detergentes y concentrados
- producción de buena calidad de comestibles animales orientada para el exporte

III. La industria química/metalúrgica electrointensiva

Eso sería dividido en tres partes siguientes:

A1 Estudio de comparación del complejo PVC.

Este estudio debe resolver el problema de la eficiencia de producción de PVC en Paraguay basando en otras materias primas que el etileno petroquímico. Principalmente hay dos posibilidades:

- (a) alcohol etílico
- (b) carburo de calcio

Cloro  
VC de etileno (supuesto alcohol etílico)  
PVC  
PVC granulado  
PVC tuba (agua y canalización)

Carburo de calcio  
Acetileno  
Cloro  
VC  
PVC  
PVC granulado  
PVC tuba (agua y canalización)

VC de DCE (importado)  
PVC  
PVC granulado  
PVC tuba (agua y canalización)

A.2. Esponja de titano de escoria de titano

TiCl<sub>4</sub>  
Mg  
Esponja de titano

A.3 Aleación metálica especial

Mn-Si, Fe-Si, Fe-Mn, FeCr (8% Cr), FeCr (11% Cr), Fe-Ni.

1.4 Provenientes del silicium y de las silicionas (monómeros, aceites de silicionas y polímeros).

1.5. Productos orgánicos

Ácido ADIPIC

Glucosa

Titanina C

Otros

### 3.2. Implementación del programa

Las diferentes concepciones del programa fueron discutadas desde el año 1990 y después en los diferentes reportes. Sin embargo en esta temprana etapa del establecimiento de la estación de central hidroeléctrica en Paraguay no había claridad en cuanto la capacidad asequible, así como en cuanto los precios que basaban en evaluaciones especulativas. Actualmente trabajan tres grandes centrales hidroeléctricas y ANDE ha establecido tarifas energéticas para las industrias energointensivas. Estas tarifas han establecido los precios de energía en el nivel bastante alto, aunque más bajo que en otros países del MERCOSUR. La revista analítica de los proyectos presentados por debajo en forma de los perfiles tecnológicos permitirá la evaluación de la ejecución de los proyectos energointensivos en precios presentes, así como de los precios probables. Por debajo se presenta el plano de las etapas diferentes del proceso de evaluación en cooperación entre NIC y UNIDO.

Actividades	Fecha	Responsable
Suministro del reporte de misión	31 de Marzo 1995	Dr. J.A. Kopytowski
Decisión de NIC sobre la continuación	15 de Abril 1995	NIC
Reclutación de los consultantes	15 de Mayo 1995	NIC, UNIDO
Preparación de promoción/documento de marketing basado en el programa y ley No.1 propuesto por UNIDO: 90		
Preparación y propagación de la nota de intención del gobierno para los seleccionados proyectos con prioridad	15 de Junio 1995	NIC, consultantes*
Preparación de estudios mercantiles de MERCOSUR para los seleccionados proyectos con prioridad	15 de Julio 1995	NIC
Selección de los potenciales licenceros y empresas ingenierías	31 de Marzo 1996	NIC, consultantes*
Preparación de petición de oferta sobre la tecnología y información sobre costes de inversión	31 de Marzo 1996	NIC, consultantes*
Preparación del procedimiento de la organización de los accionistas paraguayos y los encuentros preparatorios para todos los proyectos propuestos	30 de Abril 1996	NIC, consultantes*
Preparación de la información sobre los perfiles de cada proyecto		
Preparación y organización del encuentro de inversores	30 de Junio 1996	El Fondo de Desarrollo Industrial
Preparación de petición de oferta sobre la tecnología y el equipale para los proyectos acordados	10 de Junio 1996	NIC, consultantes*
Establecimiento de empresas inversoras	10-20 de Septiembre 1996	UNIDO, NIC
Evaluación de ofertas y preparación de "feasibility studies"	11 de Diciembre 1996	Empresas
	11 de Marzo 1997	Empresas
	11 de Septiembre 1996	Empresas

\* según a los perfiles tecnológicos seleccionados

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

- 1) La introducción de fertilizantes durante 7 últimos años causó una incrementación de las cosechas de cultivos básicos en 25%-43%.
- 2) El coste de oportunidades de fertilizantes en "farm gate" es alto, por eso junto al crecimiento del consumo de fertilizantes se observaría una baja relación beneficios-costes.
- 3) La construcción de la instalación de fertilizantes de urea no cubre la demanda de fertilizantes de calidad en Paraguay.
- 4) La construcción de la fábrica de fertilizantes compuestos NPK (652 t/año a granel) es posible bajo condiciones de intensivas actividades de marketing.
- 5) La construcción de la fábrica de fertilizantes debe ser terminada entre el año 2000 y 2005.
- 6) Un abono racional en el nivel agroeconómico ampliaría las posibilidades de exporte de la agricultura local, disminuiría costes de producción y produciría materias primas para la transformación industrial DOWN-STREAM.

### Recomendaciones

- 1) El Ministerio de Agricultura debe efectuar detallados estudios sobre la fertilización agroeconómica ante los cambios de condiciones de tierras en Paraguay. Se debe investigar particularmente la positiva influencia de mayor fertilización con nitrógeno al trigo, maíz, girasol, cassava, caña de azúcar, legumbres y frutas. Se debe también testar y actualizar el coeficiente de eficiencia de transmisión de campo experimental a la agricultura.
- 2) Los importeros y el gobierno deben efectuar un intenso programa de marketing.
- 3) Se debe obtener ofertas detalladas de parte de los mejores licencores y empresas ingenieras. La forma de la petición de oferta está presentada en la publicación de UNIDO "El contrato estandarte para los complejos de fertilizantes". Basando en esto se debe testar otra vez la posibilidad de la construcción.
- 4) Se debe crear una empresa privada o público-privada Paraguay Fertilizantes SA para efectuar actividades de contratación y construcción.



## 4. Bibliografía

1. Cuentas Nacionales 1983/1993 Numero 30 Juni 1994. Banco central del Paraguay. Gerencia estudios economicos.
2. Boletin Estadistico N412 Agosto/Setiembre 1994. Banco central del Paraguay. Gerencia estudios economicos.
3. Project Document Par/91/007 Fortalcimiento de la capacidad de gestion del MIC Rev. J. 24.08 1994.
4. Ministry of Industry and Commerce. Law 60 90
5. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Direccia de censo y estadisticas agropecuaries. Production agropecuaria 1991/1992, Diciembre 1992
6. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Direccia de censo y estadisticas agropecuaries. Production agropecuaria 1993/1994, Diciembre 1994
7. Letter from MAG to FAO. Fertilizers imports statistics.
8. Decreto N 2109 por el cual se aprueban las tarifas de energia electrica. Asuncion, 24 Enero de 1994
9. Integracion energetica en el MERCOSUR. Onforme de subgrupo de trabajo N9 "Politica energetica", Noviembre de 1994.
10. Naciones Unidas CEPAL La situacion de la industria Paraguaya frente al desafiado de la integracion en el MERCOSUR  
Oficina en Buenos Aires LA/BUE E.182 Marzo 1993
11. FAO questionnaire Ministeria de Agricultura y Ganaderia  
Diciembre 1994
12. Arab Gulf Report, British Sulfox 9, (1994)
13. FAO yearbook Fertilizer, 1993
14. World Bank FAO UNIDO Industry "World and Regional Supply and demand. Balances for nitrogen phosphate, potash, 1992/1993-1998/1999 World Bank Working Paper N 218
15. Draft feasibility study report on establishment of a phosphoric fertilizer plant in Republic of Paraguay, JAICA, January 1987.
16. Ammonia urea complex in Paraguay, InterUnde Engenharia Ltda. Februar 1995.

## Apendice I

## Job description

UC/PAR/94/087/11-51

**Title:** Expert in Fertilizers

**Duration:** 0.5 m/m

**Starting date:** a.s.a.p. after project approval

**Duty station:** Asuncion, with travel within country

**Project Objective:** The objective of the project is to advise the Government of Paraguay on strategic approaches to be taken for the development of selected industrial sub-sectors, to define the volume of technical co-operation activities needed to implement these strategies including a programme for strengthening of capabilities in the Ministry of Industry and Commerce, in preparation of UNIDO's participation in project PAR/91/007 "Strengthening of Management Capacities in the Ministry of Industry and Commerce.

**Duties:**

- Visit the FERTIPAR and assess its potential to fabricate urea based fertilizer;
- review technico-economic study on the production of urea from natural gas (available with the MIC);
- prepare concrete proposals on technical cooperation and international technology to solve the problem of the sector;
- prepare an outline for technical cooperation for finance from PAR/91/007, the private sector or other sector funding resources;
- prepare report containing findings and recommendations including quantification of TC activities.

**Qualifications:** Industrial engineer with longstanding experience and world wide overview relating to urea based fertilizer industry

**Languages:** English, Spanish

**Background:** See project document

## Apendice II

## Distinguibles datos macroeconomicos y agroeconomicos

## 1.1 Estructura macroeconómica

	Unidades	1990	1992	1993
PIB	Miles de mln. USD	5.26	5.87	6.42
Población	Millón	4.28	4.52	4.65
PIB por persona	USD	1229	1300	1380
Exportación	M USD	1366	1003	1186
Importación	M USD	1636	1863	1876
Balanza comercial	M USD	(270)	(860)	(690)
Tipo de cambio	G/USD	1230	1500	1750

Inflación 20% anual

Guarani al final del año 1993 2100 G/USD

Crecimiento económico anual 2.7 - 3.6%

## 1.2 Producto brutto total a precios de mercado

Sectores economicos	1990 %	1994 %
Agricultura	17.2	15.9
Ganaderia	7.5	7.6
Explotación forestal	2.7	2.8
Caza y pesca	0.1	0.1
Bienes agropecuarias	27.5	26.4
Mineria	0.5	0.5
Industria	16.1	15.1
Construcciones	5.2	5.3
Production bienes	21.8	20.9
Servicios basicos	7.8	9.2
Sevicios	42.9	43.4
Total servicios	50.7	52.6

## 1.3 Aplicacion del producto interno bruto a precios mercado

Aplicaciones	Units	1990	1994
Oferta global	US \$ millones	7345	8822
Producto interno neto al costo de factores	%	59.8	66.3
Asignaciones para el consumo de capitalo fijo	%	7.7	6.0
Impuestos indirectos	%	4.2	5.3
Importaciones de bienes y servicios	%	28.3	22.4
Demanda global	US \$ millones	7345	8822
Gasto de cosumo privado	%	55.5	58.9
Gasto de consumo del gobierno general	%	4.4	5.2
Formacion interna bruta de capital fijo		15.8	17.1
Aumento de las existencias	%	0.1	0.1
Exportaciones de bienes y servicios	%	28.3	18.1

## 1.4 Comercio exterior

Grupos de productos	Exportaciones		
	millones dolares corriente		Indice 1
	1991	1993	
Aceitas	24.39	34.29	141
Aceitas esenciales	19.42	6.46	34
Fibras de algodón	318.91	160.06	50
Madera y sus manufactures	44.37	62.65	141
Carnes elaborados	55.20	45.90	83
Cuero	28.27	52.21	184
Semillas oleaginosas	161.63	210.30	130
Acucar	24.35	34.29	141
Harina, torta y pellet	31.47	29.94	95
Productos industriales	25.22	34.61	137

Importaciones  
millones dolares corriente

Grupos de productos	1991	1993	Indice %
Alimenticias, bebidas y tabacos	149.87	178.6	119
Combustibles y lubricantes	129.73	147.2	113
Papel, carton y sus manufactures	26.49	37.7	142
Productos quimicos y farmaceuticos	79.35	100.2	126
Hiero y metales ordinarios	65.21	72.8	117
Aparatos, maquinarios y motores	426.94	334.9	78

Yields and prices  
(1992/1993)  
Current prices

CEREALES 479.619 ha

Product	Acreage ha	Yield kg/ha	Price Grs/kg	Yield US \$/ha
Aroz con riego	18.125	3771	282	607
Aroz seco	6.007	1626	282	262
Maiz	249.081	1763	329	331
Sorgo	14.176	1335	39	30
Trigo	192.230	2213	207	261

TUBERCULES 196.012 ha

Product	Acreage ha	Yield kg ha	Price Grs/kg	Yield US \$/ha
Batata	11.900	8314	178	844
Mandioka	183.829	12000	114	780
Papa	283	5592	444	1416

PULSES 65.249 ha

Product	Acreage ha	Yield kg ha	Price Grs/kg	Yield US \$/ha
Arveja	1.700	912	763	397
Habille	7.564	1057	657	402
Poroto	55.985	823	692	325

## CULTIVOS INDUSTRIALES 304.882 ha

Product	Acreage ha	Yield kg/ha	Price Grs/kg	Yield US \$/ha
Algodon en rana	235.454	1787	614	626
Menta	13.978	3755	55	118
Cana de Azucar	55.450	50.000	23	656

## OLEAGINAS 668.453 ha

Product	Acreage ha	Yield kg/ha	Price Grs/kg	Yield US \$/ha
Girasol	10.878	1450	218	180
Soja	634.933	2455	311	435
Tartago	11.628	1390	352	279
Tung	11.014	46.310*	294	702

\* toneladas año  
9.6 kg/planta

## FRUTAS 72.182 ha

Product	Acreage ha	Yield t/year	Yield kg/plant	Yield US \$/ha
Banana	9.556	89.874	8.78	567
Cafeto	5.694	4.950	1.04	790
Linon	626	16.302	29.2	466
Mandarina	3.359	26.187	22.6	130
Naranja dulce	10.214	178.710	74.2	341
Naranja agrio	10.507	189.514	2.6	
Pina	2.842	42.949	0.8	7253
Pomelo	996	74.150	145.7	436
Uva	1.288	10.624	11.6	
Verba mate	27.100	64.151	3.74	1089

Total acreage considered 1.736.397

Total land arable 2.190.000

% considered 81.6%

## ANIMAL PRODUCTION

Pastures	Natural	Cultivated	Mountains thousand ha
19.858	10.210	3.286	6.361

GANADO  
1994

Carne	Bovins			
	Leche	Equinos Cabezas	Ovinos	Caprinos
9.141.758	637.324	370.387	385.521	122.181

## Appendice III

FERTILIZER'S CONSUMPTION  
1994

Kind	Amount	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	tons				tons
4-30-10	14,953	600	4500	1500	
18-46-00	6,231	1121	2866	0	
NPK	4,935	850	850	850	
2-20-20	1,600	32	320	320	
0-30-10	1,500	0	450	150	
40-30-10	1,300	520	390	130	
5-30-15	1,128	56	340	170	
0-46-0	900	0	414	0	
0-46-6	500	0	230	30	
0-20-20	500	100	100	0	
10-46-0	315	32	145	0	
10-20-30	300	30	60	90	
12-12-17	285	34	34	48	
30-30-10	260	78	78	26	
0-8-2	200	16	4	0	
4-20-35	110	5	22	39	
18-46-00DAP	7,370	1326	3400	0	
Granulated/mixed	800	120	120	120	
AS	16	5	0	0	
Total	43,208	4925	14323	3473	
Dolomitic/castina	28,190				
Natural	6.407				

Ratio N:P:K = 1:2.9:0.7

Intensity (average) NPK 22721000 kg · 2.190.000ha of arable land  
10.5 kg/ha (minimum intensity)  
12.4 kg/ha of specified crops

Hypotethical (Soja, cotton, wheat, maize) 1.365.000 ha 26.2 kg/ha

Hypothetical 50% of farms (maximum intensity) 53.4 kg/ha



Apéndice IV  
Metodologías de estimación de la demanda de fertilizantes

Ha sido comprobado en múltiples estudios que el crecimiento de un 40% de las cosechas depende de la aplicación de fertilizantes adecuadamente seleccionados, aplicados a tiempo y en las mejores condiciones climáticas disponibles. Eso significa que las semillas y los esquejes deben ser adecuadamente seleccionados, y las plantas deben recibir la cantidad apropiada de agua durante el periodo del crecimiento. Debe aplicarse productos de protección de plantas así como asegurar la recolección de la cosecha sin pérdidas innecesarias. Solo entonces podemos observar los resultados positivos del uso de los fertilizantes, sin influencia negativa en el medio ambiente.

No existe una metodología unificada sobre la estimación de demanda de fertilizantes. De hecho, cada vez que se estima la demanda en un país tiene que ser preparado un estudio básico que considere todos los aspectos del funcionamiento del complejo agro-industrial. Aunque los tratamientos metodológicos están limitados, a continuación presentamos ejemplos desde el punto de vista de los objetivos y tiempo de duración de los esquemas:

- (a) La demanda/producción y planes a corto plazo actuales de todo el mundo de la Organización de las N.N.U.U. para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ONUDI y del Banco Mundial
- (b) Estimación regional de la demanda en Asia Sud-Este, propuesta por el Centro Oeste-Este, Honolulu, Islas Hawai
- (c) El plan de desarrollo del complejo agro-industrial del país, creado por FAO
- (d) FERTIS: el sistema de ONUDI de desarrollo de la industria de fertilizantes como parte del complejo agro-industrial

1. Las "Balanzas mundiales y regionales de suministro y demanda de nitrógeno, fósforo y potasio" de FAO, ONUDI y el Banco Mundial.

El Grupo de Trabajo de la FAO, ONUDI y del Banco Mundial incluye un número de especialistas con experiencia en los análisis de las tendencias en la producción y consumo de los principales nutritivos fertilizantes y materias primas fertilizantes. Otros miembros del Grupo representan las mayores asociaciones industriales de las industrias relacionadas con la producción de nitrógeno, potasio, fósforo y azufre.

Los intereses del sector técnico, de producción, marketing y agrícola, también tienen su representación en el Grupo. Las previsiones de la demanda constituyen como resultado del consenso en el Grupo y toman en consideración una variedad de metodologías, incluidos los análisis de las tendencias, investigación del mercado, programas agrarios y en el caso de algunos países grandes, modelamiento económico.

Las previsiones de demanda del Grupo están basadas en los siguientes elementos:

- previsiones de crecimiento económico global;
- determinadas medidas de influencia (por ejemplo medidas de protección del ambiente);

- balanza de las reservas agrarias y su reducción en los países desarrollados;
- capacidad del intercambio exterior de los países en vías de desarrollo;
- la transición a la economía de mercado en Europa Central y del Este y otras medidas en los países en vías de desarrollo;
- pérdida de capacidades por varias razones;
- precios de materias primas (gas natural, crudo) y su influencia en el índice de beneficio/coste del uso de fertilizantes.

**2. El Centro Este-Oeste (CEO): "Basada en las Necesidades" Previsión de la Demanda a Largo Plazo Basada en las Consideraciones Agroeconómicas.**

Quienes toman decisiones sobre el destino de los fondos limitados para la producción de los abonos artificiales o para otras inversiones nacionales, deben conocer las previsiones a largo plazo sobre la necesidad de fertilizantes. Sin embargo, los modelos de pronósticos de la demanda que se basan en los análisis de la tendencia y que son eficaces para las previsiones a corto plazo, pueden ser inadecuados para solucionar problemas a largo plazo. Por esta razón se necesita métodos alternativos. Ya que los pronósticos son inadecuados, hay que tener en cuenta, que las decisiones en cuanto a las inversiones deben ser apoyadas por otras opiniones que confirmen las decisiones correctas.

A continuación se presenta el sumario de los métodos de EWC usados para pronosticar la demanda de fertilizantes a largo plazo que estriban en consideraciones agrarias. Este modelo fue comprobado en los países asiáticos.

**MODELO**

En el modelo se usa las siguientes relaciones:

$$NPK (D) = \frac{APD - APRF}{CR}$$

Donde:

NPK (D) - significa la demanda total pronosticada de fertilizantes expresada en millones de toneladas métricas.

APD - significa la producción agrícola total requerida expresada en millones de toneladas métricas.

APRF - significa la producción agrícola en las tierras que no necesitan ser abonadas, expresada en millones de toneladas métricas.

CR - significa el índice promedio nacional de la influencia del uso de fertilizantes en la producción agrícola.

1. La producción agrícola total requerida (APD) es similar a las usadas por la Organización de las N.N.U.U. para la Agricultura y la Alimentación (FAO) calorías por persona para prever las cosechas imprescindibles de cereales. Se propone también el uso del APC - la producción de cereales per cápita para prever la producción total. Es un típico índice nacional que señala el consumo de los productos vegetales por persona.

A consecuencia de las diferencias entre las cosechas de cereales, no se debe comparar el APC de un país con el de otros países. Mediante la multiplicación del APC por el índice del crecimiento de la población, podemos estimar la cantidad requerida de cereales en cierto país para cierto año.

En la prueba del modelo para el año 1990 las proyecciones y la realidad eran comparables. El valor del APC a largo plazo se mantiene estable sólo en Asia. La estabilidad del índice APC puede ser explicada de dos modos: un crecimiento rápido de la población imposibilita el aumento del consumo de los cereales y/o el patrón de consumo no cambia mientras más comestibles se encuentran al alcance del consumidor.

2. Producción agraria de tierras sin necesidad de abonarlas (APRF). Este índice teórico fue aplicado en el modelo. El medio rendimiento por hectárea de ese suelo en cada país, hace varios años, cuando no se usaba los abonos artificiales, fué aproximadamente igual al rendimiento total. Sin embargo, a causa de cambios en los modos de selección del grano, la introducción de técnicas nuevas etc., el APRF ha cambiado. Por eso, para las estimaciones el APRF actual, el medio rendimiento por hectárea está disminuyendo con el medio índice de la fertilización por hectárea durante un cierto periodo de tiempo (en el examen del modelo fué aplicado el período 1965-1990). El rendimiento teórico con el NPK de valor 0 estima el valor pasado de APRC (mediante extrapolación). Junto a la mejora del APRC, será posible perfeccionar las técnicas de la administración de cosecha en el futuro. Apartando el APRC de la producción requerida total, puede estimarse la diferencia cuantitativa de la producción agraria que requiere del uso complementario de fertilizantes.

3. Índices de la cosecha al uso de fertilizantes (CR).

Los análisis regresivos de las relaciones entre los resultados y la fertilización dan la posibilidad de establecer una función entre el CR y la intensidad de la fertilización. La inclinación de la curva de la regresión es el CR para cierta intensidad de fertilización que surge de la fórmula de la disminución de la reacción de la producción agraria a la cantidad de fertilizantes. No obstante, es un parámetro específico para cada país, dependiente del tipo de suelo y condiciones climáticas. La magnitud de dicho parámetro puede determinar también los éxitos en los índices de la cosecha.

#### 4. Demanda total prevista de fertilizantes NPK (D)

El NPK (D) se obtiene dividiendo el área de la producción agraria destinada a fertilizar, por el índice de la reacción de la producción agraria al uso de fertilizantes (CR).

#### 3. Metodología de pronósticos utilizada en la Organización de las N.N.U.U. para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Después de la conferencia de FAO que tuvo lugar en el año 1987, fué preparado y publicado el documento: "Agriculture towards 2000". Los documentos nacionales preparados en 1988 por la Unidad de Estudios sobre Perspectivas Globales (ESDG) describen datos históricos, suministran pronósticos de producción de varios cereales y de producción animal, describen índices económicos de agricultura local del año 1988 así como del período 1990-2000. Uno de los elementos pronosticados es la consumo de fertilizantes. La metodología detallada de la preparación de resúmenes nacionales está descrita en un libro publicado el cual resume los resultados de la nombrada conferencia. Debajo está presentado un corto resumen de la metodología.

En la preparación de resúmenes nacionales se utiliza datos estadísticos estandarizados procedentes de la base de datos de FAO - AGROSTAT. Las previsiones preparadas durante el período Mayo '86-Abril '87 están basadas en los datos promedios del período 1982-1984, y para preparar otras fueron utilizadas informaciones del año 1986.

La metodología general está basada en el método del guión. Para cada país fueron preparados tres guiones (pesimista, optimista central). Las previsiones de la producción fueron preparadas en forma de estimación de las inversiones neto y bruto acumuladas del período del pronóstico, a fin de facilitar la estimación de las proporciones macroeconómicas.

El valor de los cereales bruto fue acumulado y analizado. El incremento de la producción de los cereales está estimado en forma de descripción de las fuentes de su incremento tales como el rendimiento por hectárea, aumento de área de cultivo y la densidad de la siembra de cereales. Esto forma un pronóstico de la producción de cereales y del rendimiento por hectárea.

Las previsiones de la tasa de crecimiento de las contribuciones se prepara a base del método del guión con la dinámica del crecimiento más probable seleccionada. El incremento de la fertilización y su eficiencia, con la intensidad de la fertilización dada, puede ser analizado si se compara la influencia de los fertilizantes en el aumento de cultivos (de cereales definidos).

4. FERTIS: el sistema de ONUDI relacionado con el desarrollo de la industria de fertilizantes como parte del complejo agro-industrial.

El programa FERTIS fue creado por ONUDI en los años 1990-92 en marcos de la Década de Desarrollo Industrial para África (IDDA), programa de la Organización de las N.N.U.U. de Reconstrucción y Desarrollo de África y el Africano Programa de Prioridades de Recuperación Económica (APPER). En el principio el programa fue orientado a países africanos, pero ha desarrollado instrumentos que pueden ser utilizados también en otros países. El programa FERTIS ha juntado la evaluación analítica de los recursos, elementos de la infraestructura, elementos de la tecnología, la parte de la producción/demanda, estrategias del gobierno y la definición de la política de incremento de la explotación de fertilizantes y su eficiencia. El método ha posibilitado la creación de modelos de consumo y producción de abonos.

Los pronósticos utilizan parámetros económicos para evaluar la demanda potencial y definen la política local indispensable para convertir la demanda potencial en consumo real. La estimación de la demanda puede ser integral para todos los tipos de cereales, pero también puede ser orientada a cosechas dominantes en el país.

Desde el punto de vista del agricultor, la eficiencia de los fertilizantes es determinada por dos factores:

- (a) reacción de la cosecha a una fertilización incrementada
- (b) índice de la relación del precio a la contribución

La evaluación de ambos elementos crea un índice de beneficio/coste, el cual puede motivar al agricultor a usar fertilizantes. En FAO se utiliza tres parámetros para definir el índice de beneficio/coste:

- tasa marginal de restitución (MRR)
- índice de valor/coste (VCR)
- índice de abono/cosecha

En el programa FERTIS se usa un parámetro VCR corregido:

$$\text{VCR} = \frac{\text{Valor del incremento de la cosecha} * r - \text{Coste de abono}}{\text{Coste de fertilizante aplicado}}$$

donde: r = multiplicador del incremento de la cosecha gracias a la aplicación del abono (40%-60%).

En la planificación a largo plazo del desarrollo de la consumo/producción, un método unificado y precios estimados deberían ser usados para la reacción de la cosecha.

En los finales de los años setenta y a principios de los ochenta, durante la implementación del Programa de Fertilización de FAO, fue elaborada una revista de reacciones de cosechas. La función parabólica es bien conocida en el ejemplo de la relación en la reacción de las cosechas. Esta función demuestra una saturación si con un nivel determinado de fertilización, el incremento de la cosecha representa valor 0.

Este punto es considerado un óptimo agronómico. Sin embargo la relación directa entre la cosecha en kilogramos/hectárea (o en unidades monetarias/hectárea) y la intensidad de la fertilización en kilogramos de NPK/hectárea demuestra algunas diferencias en varios países, por ejemplo la estimación no es satisfactoria. Esto es evidente, porque la reacción de la cosecha depende mucho de las condiciones climáticas, calidad del suelo, variedad de la recolección (la reacción de cereales de alta cosecha es diferente de la de otros cereales), y los mismos cereales representan especies diferentes, de diferente reacción. También los métodos de cultivo son otros en cada país.

Estas diferencias en muchos casos desaparecen si una correcta proporción del N:P:K es aplicada. En muchos países los Servicios de Extensión durante años de práctica han descubierto las proporciones recomendadas y los dosis de nutrientes para diferentes cosechas, así como para diferentes regiones y países.

Durante la implementación del sistema FERTIS ha sido demostrado que se puede obtener una mejor correlación si se consideran cosechas procedentes de áreas de cultivo y si la función reactiva está creada a base de datos publicados o comprobados. También esta función tiene un carácter parabólico, sin embargo los resultados obtenidos están relacionados con específicas condiciones climáticas y agrarias.

Esta función demuestra que la "falta fertilización" de un suelo definido, bajo específicas condiciones climáticas y un definido método de cultivo puede obtenerse un cierto nivel de productividad del suelo. Esta idea es similar a la utilizada por EWC en sus métodos de producción. El óptimo agronómico se obtiene en un máximo nivel. Tanto el argumento como su función son expresados en porcentajes: la utilización de fertilizantes como porcentaje del índice de fertilización (entre 0 y el óptimo agronómico) y el incremento del rendimiento relacionado con el óptimo agronómico y el de la "falta de fertilización".

La función está demostrada en el Diagrama 1

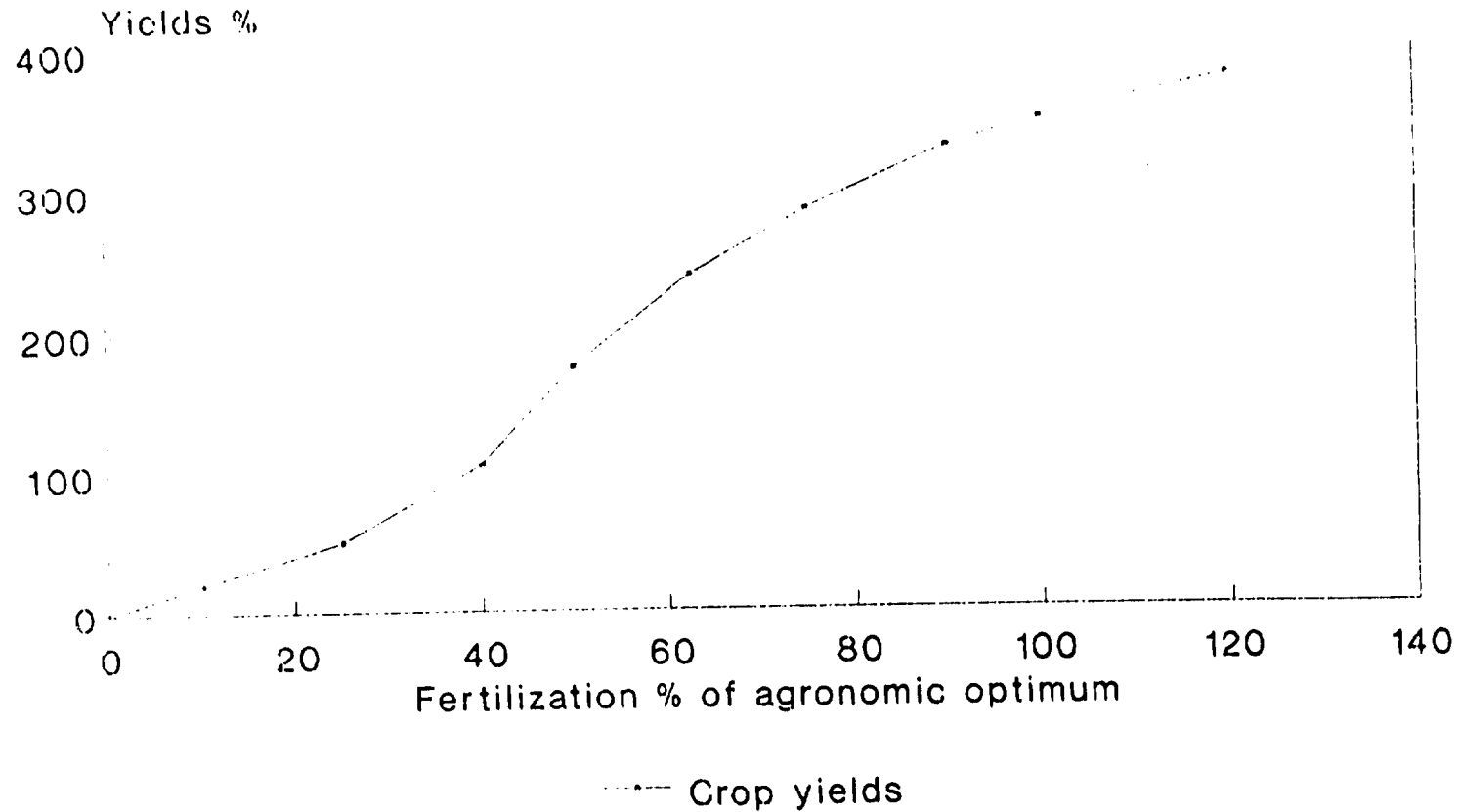
La función presentada debajo ha sido preparada a base de datos procedentes del Programa de Fertilización de FAO. En cada país los Servicios de Extensión han creado su propia función relacionada con ciertas cosechas y la utilizan para estimar la demanda.

#### Diagrama 1 Eficiencia de la fertilización

El nivel económico de fertilización depende del valor del VCR". Ea calculo del VCR" previsto no significa que la aplicación de fertilizantes es indispensable. Por esta razón se propone utilizar el valor del ejemplar índice CVR" (o de otros índices) para crear medidas de política del gobierno, necesarias para motivar el agricultor a utilizar fertilizantes.

# Fertilization efficiency

## Relational yields in agronomical tests



20% error

El valor del CVR" depende de la estrategia del gobierno. Varios ejemplos de estrategias y valores del VCR" se presenta debajo:

Tabla 1 Parámetros estratégicos de autosuficiencia de los alimentos

Estrategia del país	Valores del VCR"
Máxima independencia de los alimentos	3.0 - 4.0
Producción alimentaria económicamente eficiente	2.0 - 2.5
Liquidación del exceso de los alimentos	1.2 - 1.5

Hay de esperar que con el valor del CVR" igual a 4, todas las tierras que necesitan ser fertilizadas son cultivadas, si no se toma en consideración otras condiciones (acceso a la mano de obra, al agua, sistema de almacenaje y transporte). En otro caso, con el nivel del valor del CVR", los agricultores podrían limitar la aplicación de fertilizantes o dejar de abonar el suelo.

Es imposible prever gracias al análisis econométrico cual "VCR" elegir en los marcos de cierta estrategia y el gobierno tiene que experimentar. Sin embargo el resultado de estos experimentos puede ser un desplazamiento de ingresos de otros sectores de la economía a la agricultura.

Está claro que el valor del VCR" puede ser regulado o por el establecimiento de precios locales de las cosechas (creando barreras arancelarias en la importación si los productos nacionales son más baratos o estableciendo un sistema complicado de subsidios) o por subsidios de abonos. Estos problemas serán presentados más adelante.

Debajo se presenta el procedimiento de creación de pronósticos de la demanda de fertilizantes en la metodología de FERTIS:

- 1) Crear un objetivo en la producción de ciertas cosechas de acuerdo con las previsiones demográficas y la accesibilidad de alimentos (kCal/cápita);
- 2) Establecer la recolección de la cosecha requerida de acuerdo con la accesibilidad del areal cultivable;
- 3) Establecer el incremento requerido de fertilización utilizando la función de incremento de la cosecha;
- 4) Verificar el óptimo agronómico con los Servicios de Extensión y calcular la cantidad de fertilizantes requerida;
- 5) Estimar el valor del VCR" (opcional);
- 6) Fijar el precio al agricultor de la cosecha o del VCR" utilizando precios internacionales del NPK;
- 7) Comparar el precio al agricultor de la cosecha con su precio internacional, o el valor del VCR" con la estrategia;



- 8) Fijar posibles aranceles y verificar si sus valores son internacionalmente (UNCTAD) aceptables;
- 9) Verificar alternativas de la importación de abonos;
- 10) Preparar estudios sobre posibilidades de desarrollo de la industria de fertilizantes.

### Appendice V

La estimación de la demanda de fertilizantes descripción de la situación Colonias Unidas, Obligado, ITAPUA

La cooperativa Colonias Unidas fue establecida por 3,500 miembros sobre la area de 120,000 ha. La rotación anual de la cooperativa alcanza 70-80 millones de dólares. El comercio interno entre los miembros y la cooperativa no está gravado. La cooperativa paga 10% de IVA sobre la venta interna. 10% de los beneficios tienen que ser destinados para el fondo de reserva y otros 19% para la educación. La cooperativa paga también un municipal impuesto local. Los beneficios restantes pueden ser reinversados sin el impuesto sobre el beneficio (25%). En las ciudades de Itapua, Misiones y Caazapa hay más de 10 cooperativas similares.

Los fertilizantes se importa directamente desde los suministradores ( IPIRANGA, TREVO, Brasil ). El volumen de importe (1994) y los precios presentes CIF pagados por la cooperativa son siguientes:

Fertilizante	Composición	Volumen t/año	Precio USD/t	Precio NPK USD/t
DAP	16-46-00	3850	340	531
Special	4-30-10	5500	258	586
TSP	0-46-0	2200	250	544
Urea	46-0-0	400	290	630
MOP	0-0-60	<100	220	367
en total		12050	-	560
consumo de NPK 1:4:0.55		6143		

La area y cosechas de varios cultivos son siguientes:

Cultivo	Area ha	Cosecha t/ha	Precio*/ Gs/kg
Soya	65,000	2.0	300
Trigo	22,000	2.2	115
Maz	5,000	3.5	160
BORGHUM	2,000	1.2	135
Mandioca	22,000	7.0	.
Cirasol	5,000	1.5	.

\*/ el precio pagado a los miembros por la cooperativa

Los otros cultivos son: TUNG y HERBA MATE

La intensidad de la fertilización en NPK:

Cultivo	NPK/ha
Mediana	51
Soya	37
Trigo, Maiz	91
otros	35

Las cosechas obtenidas son bajas. Los servicios externos deben testarlo, pero el abono con nitrógeno parece ser insatisfactorio.

## Appendice VI.

### AVANCES EN LA TECNOLOGIA DE AMONIACO

#### 6.1 Avances en la tecnología de preparación de gas

Intercambiador del caliente gas reformado (Gas Heated Reforming Exchanger)

La reformación del vapor sigue siendo un proceso popular de la producción de amoníaco. Sin embargo un reformador básico, que es el punto central del proceso es el elemento simple más caro de todo el equipo en la producción de amoníaco. Es también muy complicado y exige gran atención en su manejo. Un normal reformador básico trabaja en el nivel mas bajo de 50% de su eficacia, el resto está recuperado en forma del vapor producido del calor desaprovechado. El exceso de vapor se utiliza generalmente en procesos exteriores y en las fábricas de amoníaco acompañantes.

Se desarrollan dos nuevas concepciones con el fin de mejorar la eficacia del reformador:

1) la introducción del proceso prereformador

La prereformación adiabática puede utilizarse en la reformación del vapor de la materia prima del hidrocarburo desde el gas natural hasta el petróleo pesado con el punto final de embullición cerca de 200 °C y el contenido aromático hasta 30%. El proceso se realiza en el reactor adiabático de estrato fijo cargado con el catalizador reformatorio de alta actitud alocado en relación contra corriente al reformador básico.

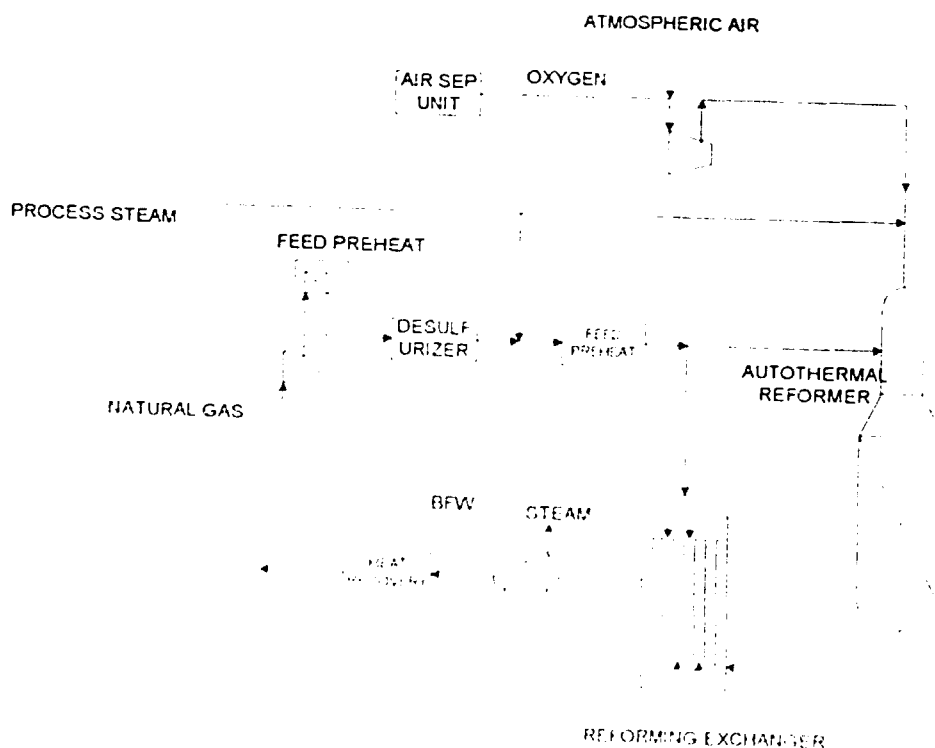


Ilustración 6.1 Concepción de la unidad pre-reformativa

En el pre-reformador el hidrocarburo se convierte en una mezcla del óxido de carbono, hidrógeno y metano. Después de esta endotérmica reacción sigue la exotérmica metanización y el traslado de la reacción que ajusta el punto del equilibrio entre el óxido del carbono, metano, hidrógeno y el agua. Esta concepción fue propuesta por Topsoe.

2) La substitución del reformador básico por el reformador intercambiador caliente (Heat Exchanger Reformer).

El reformador intercambiador es una alternativa al reformador básico convencional calentado por candela. La reformación se realiza en el intercambiador cilíndrico con tubos llenos del catalizador. La concepción del reformador intercambiador elimina totalmente el horno y utiliza el secundario escurrimiento caliente del reformador como la fuente del calor. El exceso del aire que supera la demanda stoichiometrica o el aire enriquecido en oxígeno en el reformador secundario se necesita para balancear la demanda del calor de la básica reacción de reformación. Chyida propuso esta concepción en 1984 (40,41). Sin embargo ICI fue la primera, que ha comercializado el reformador intercambiador llamado Reformador de Gas Caliente (Gas Heat Reformer - GHR) como una parte del proceso de su concepción de amoníaco ( Leading Concept Ammonia - LCA ). El GHR se presentará luego en la parte relacionada al proceso LCA.

Udde ha desarrollado su Reformador Autotérmico Combinado ( CAR ) y ha presentado con éxito el modelo de la producción de 13000 m<sup>3</sup>/h de gas del proceso de 1.7 Mpa (42). CAR es una combinación del reformador intercambiador y de la oxidación parcial en el envase simple. La mezcla del gas natural y del vapor se deja pasar por los tubos llenos del catalizador. Estos tubos se calienta externamente por el gas reformado caliente del sector de oxidación parcial. El comercializado CAR no se implantó hasta 1994.

Similarmente Topsoe ha desarrollado el reformador intercambiador y lo ha comercializado para la producción del hidrógeno. se usa aquí la fuente del calor externa del proceso. Topsoe no implantó hasta 1994 el comercializado reformador intercambiador en la producción de amoníaco.

M.W.Kellogg desarrollaron y comercializaron su primero sistema del intercambiador reformatorio ( Kellogg Reforming Exchanger System - KRES) en 1994. La ilustración 12 presenta la concepción de Kellogg, que es similar a las presentadas por arriba.

La materia prima del desulfurado gas natural se mezcla con el vapor del proceso, se calienta preliminarmente y se divide en dos fuentes que pasan en paralelo por el intercambiador reformatorio y el reformador adiabático ( o reformador secundario). El aire o el aire enriquecido en oxígeno se añade a la parte que entra al reformador adiabático. El escurrimiento del reformador adiabático pasa directamente a la tapa lateral del intercambiador reformatorio. La alimentación mezclada pasa del intercambiador reformatorio por los tubos llenos de catalizadores.

El gas reformado saliendo por los tubos está mezclado con chorro. El gas combinado pasa hasta arriba a la tapa lateral del intercambiador reformatorio suministrando el calor necesario a los tubos con catalizador.

Del gas reformado que sale por la tapa del intercambiador reformatorio se recupera el calor y otros elementos del proceso como el convertidor de CO, CO<sub>2</sub> remoción, etc.

M.W.Kellogg Co. comisionó el 1994 su primer comercial intercambiador reformatorio a la planta de Ocelot Ammonia Company en British Columbia en Canadá. El intercambiador reformatorio complementó la alimentación presente de la planta de metanol de depuración de gas desarrollando la eficacia de la fábrica de 544 MTPD (600 STPD) en 40%. Kellogg subraya más bajos costes de capital, que está en relación con reducidos costes de abastecimiento, construcción y más pequeña área; el potencial de la consumción de la energía reducida; emisión de NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> reducida en 75% (43). Las estimaciones de costes y energía no son todavía accesibles.

### Proceso LCA - concepción de amoniaco de ICI

ICI puso en marcha el 1988 en su propia fábrica en Severnside en Reyno Unido dos idénticas instalaciones (450 t/d) de amoniaco que basaban en el proceso LCA. La concepción LCA es radicalmente diferente del tradicional proceso integrado de reformación del vapor. La necesidad de aumentar la presión del vapor, que existe siempre en las plantas convencionales, aquí está eliminada. La concepción LCA separó la unidad-corazón, que consiste de las operaciones del proceso básicas y área de procesos, que contiene el sistema de fuerzas y del vapor, congelación, CO<sub>2</sub>, recuperación y otros procesos.

Las ilustración 6.2 presenta el diagrama del flujo para la unidad básica.

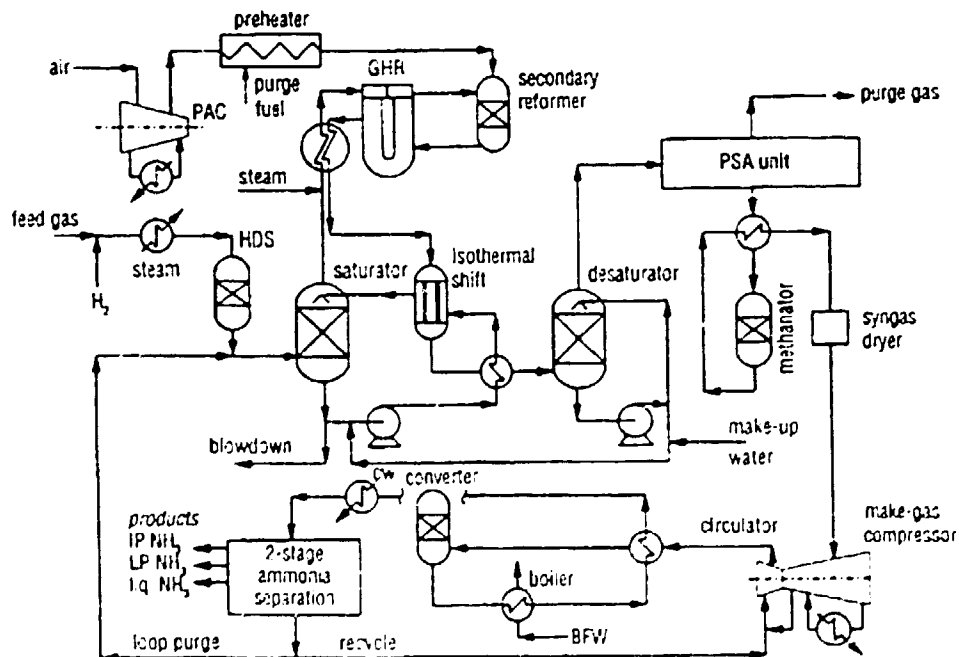


Ilustración 6.2 Proceso LCA (unidad básica)

La instalación básica utiliza el reformador de gas caliente (GHR) en que el reformador primario está calentado directamente por el gas del proceso que sale del reformador secundario. El traslado del CO se realiza en el stadio simple SHIFT izotérmico del reactor con 250° C, que utiliza un especial catalizador basado en cobra. En esto traslado del catalizador y con temperatura baja no hay peligro de la reacción de Fisher-Tropsch, que permite pequeña porción de vapor/carbon en el nivel 2.5 en el reformador. El sistema PSA elimina el CO<sub>2</sub> y el exceso del nitrógeno en el gas sintético.

El gas natural se desulfura y pasa por el saturator del gas, donde entra en contacto con el condensator del circunferencial proceso caliente. El saturator provee más de 90% de vapor exigido para la reformación. Este vapor se mezcla con otra porción de vapor hasta obtener la relación vapor-carbon en el nivel 2.5 y se calienta con la fuente de gas del reformador. El mezcla de reacción entra en el GRH con la temperatura de salida 700°-750° C y la presión 30-45 bar. La mezcla de gas se pone en el reformador secundario con el fin de reformarlo con el exceso del aire del proceso. El gas reformado se enfría mediante el suministro del calor al GRH y el caliente primario a mezcla de reacción. El gas, reformado y refriado se replaza al isotérmico, refriado con agua del CO convertidor en el nivel de 250° C. Después de la CO conversión, el gas está refriado directamente por el condensator del proceso circunferencial y luego pasa a la unidad PSA para eliminar los excesos de nitrógeno, CO<sub>2</sub> y partes de partes inactivas. Una parte de CO<sub>2</sub> está recuperada de los restos del gas de PSA mediante el sedimentaria amina terciaria. El gas al salir de la unidad de PSA está metanizado, refriado y sequado (37).

Los datos para comparar costes del proceso LCA con otros procesos convencionales no son accesibles. Hay solamente dato sobre las plantas presentadas antes, que basan en esta tecnología.

#### La concepción de amoniaco de Linde (Linde Ammonia Concept - LAC)

LAC es la combinación de instalaciones de hidrógeno, nitrógeno y de compuesto sintético de amoniaco. La planta hidrogénica utiliza el reformador básico, CO convertidor y adsorción de oscilando presión (PRESSURE SWING ADSORPTION - PSA) para obtener el hidrógeno ultra limpio. El hidrógeno puro se mezcla con el nitrógeno de la Unidad de Separación del Aire para obtener gas de amoniaco sintético sin parte inactiva. Se planea la implantación de esta concepción en 1350 tpd de planta de amoniaco en GSFC en Baroda, India.

Las diferencias entre este proceso y otros convencionales son siguientes:

1) Se elimina la reformación del aire secundaria. El sector reformatario produce el hidrógeno, que se mezcla después con nitrógeno de la planta de separación del aire con el fin de producir el gas de amoniaco sintético.

2) Se utiliza el traslado de CO isotérmico del reactor para la SHIFT conversión como se presenta en la Ilustración 13.

## LINDE Ammonia Concept

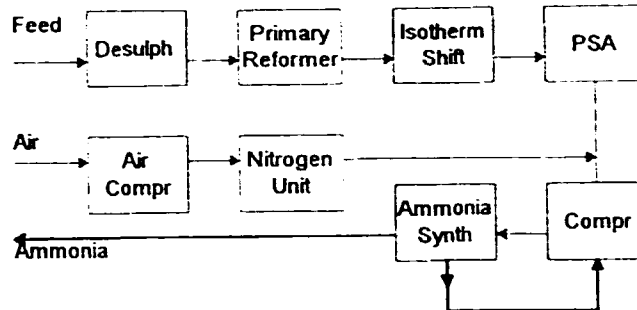


Ilustración 6.3 La concepción de amoníaco de Linde

3) Se utiliza PSA para eliminar CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y pocas cantidades de CO del vapor hidrogénico, produciendo 99.999 mol % hidrogénico puro.

Ventajas del proceso LAC:

- el reactor isotérmico de traslado permita la conversión en 0.7% CO (basis seco) en una etapa
- estrato de catálisis tiene temperatura fija +/- 250° C gracias a la espira refrigeradora
- dentro de los tubos de espira se volatiliza el condensato del proceso y el vapor producido se utiliza en el reformador primario. Esta tecnología se utiliza en forma comercializada en 10 plantas en todo el mundo.

PSA es capaz suministrar el hidrógeno puro también en caso de una perturbación de la contra corriente en el reformador. Hay una gran diferencia en comparación con la planta convencional, donde la perturbación del CO SHIFT o la eliminación del CO causa interrupción por la temperatura muy alta en el methanator.

### El proceso de amoníaco de KTI de PARC

El proceso de PARC es una combinación de la separación del aire para la producción del nitrógeno; la reformación del vapor; HT CO conversion y PSA para producir el gas sintético.

En el PSA adecuado el nitrógeno puro se utiliza para la mejora de la recuperación del hidrógeno y causa la necesidad del nitrógeno estequiométrico. El ciclo de Rankin se usa para generar la energía eléctrica del calor del convertidor de HT CO conversion. Este proceso elimina la necesidad de la reformación secundaria, LT CO conversion, purificación de CO<sub>2</sub>, methanation. Si se necesita el CO<sub>2</sub> para la producción de urea, la unidad de purificación de CO<sub>2</sub> se añade antes del PSA. La eficacia energética total balancea entre 7.0 y 7.6 Gcal/t NH<sub>3</sub> y depende de las propiedades de la planta. La unidad de recuperación de CO<sub>2</sub> produce 0.2 Gcal/t de amoníaco.

### El proceso económico de Topsoe.



Topsoe sigue perfeccionando la capacidad energética de su construcción mediante la optimización de todas las unidades del proceso de amoníaco y no mediante esquemas radicalmente nuevos. Recién abiertas instalaciones en Idonesia y Bangladesh confirman la consumpción de energía durante los tests en el nivel 7 Gcal/t de amoníaco.

Se espera también la mejora gracias position el chorro del reformador preliminar que permitará calientará la alimentación del reformador hasta la temperatura más alta con baja relación vapor-carbon, sin deposición de CO<sub>2</sub>. Topsoe ha desarrollado también el catalisador de conversión de CO traslado, que basa totalmente sobre el cobre y no causa la reacción de Fisher-Tropsch con la relación baja entre vapor y el gas seco.

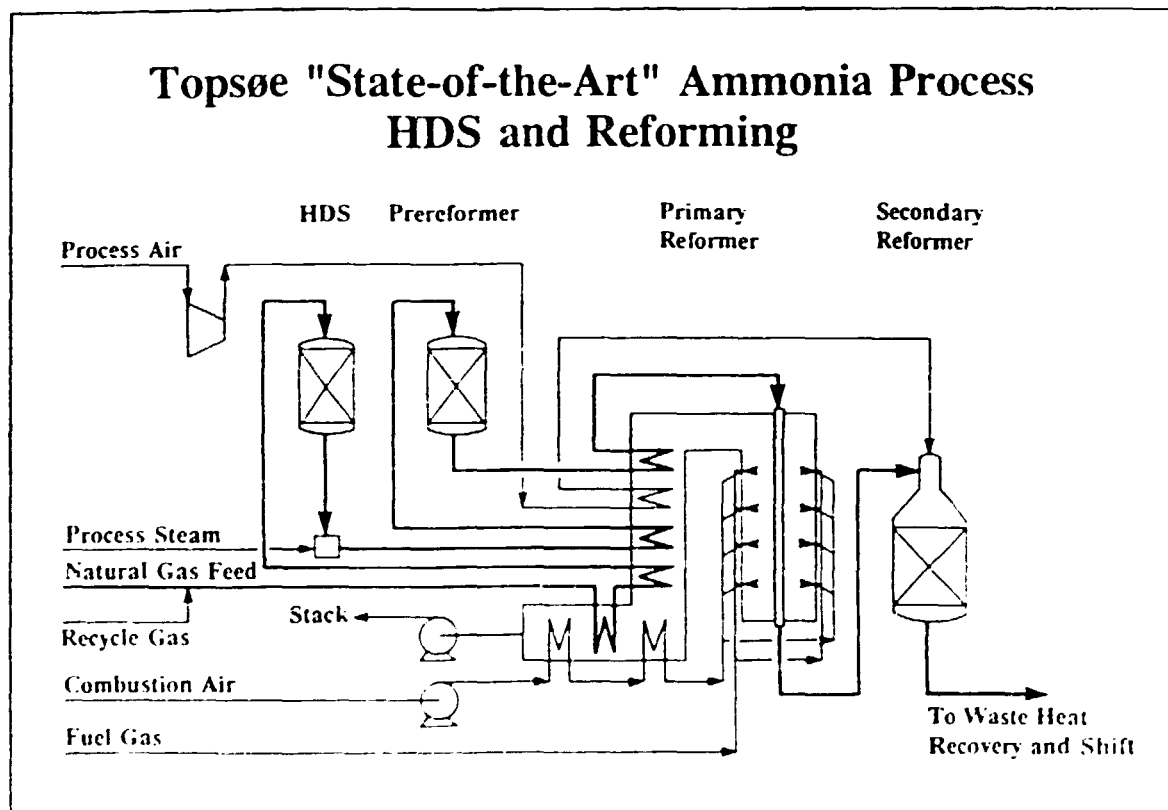


Ilustración 6.4 El proceso económico de Topsoe

## 6.2 Los progresos en el síntesis del amoníaco

El desarrollo está relacionado con dos elementos del síntesis del amoníaco:

- la construcción del reactor
- el desarrollo del catalizador nuevo

El elemento segundo debe ser presentado. El tradicional catalizador férrico se usaba durante más de 10 años. Las ventajas de rutenium como el catalizador del síntesis del amoníaco fueron conosidos por varios años. Sin embargo el precio hacia imposible la utilización. Ahora su precio es más bajo y la posibilidad de la utilización del nuevo catalizador debe ser considerado. La diferencia más importante es el más pequeño volumen del catalizador de rutenium, más baja presión de la operación, más alta temperatura, más baja relación entre hidrógeno y nitrógeno y más alta presión parcial del amoníaco. Los ahorros inmediatos previstos alcanzan 0.2 - 0.3 Gcal/t de amoníaco. Hasta ahora se conose resultados del uso del catalizador rutenium de los primeros días de la operación. La estabilización del tiempo debe ser testada y luego se puede esperar varias renovaciones. El texto ha presentado, que rutenium es un catalizador estable: no se sinteriza y su susceptibilidad al envenenamiento es similar a los de catalizadores clásicos. No obstante el longevidad del catalizador depende también de su portador. Hasta ahora se descubrió dos tipos de portadores: el especial gráfico de Kellogg y el soportador cerámico de Topsoe. El desarrollado proceso de amoníaco de Kellogg (KELLOGG ADVANCED AMMONIA PROCESS -KAAP).

KAAP está realizado por el catalizador del síntesis del amoníaco, que basa completamente en el metal. Es el primero proceso comercial, que no usa el tradicional catalizador férrico. El nuevo catalizador fue creado por M. W. Kellogg y British Petroleum (BP). Kellogg y BP demostraron en el proceso de presentación, que el nuevo catalizador con el rutenium sobre la estructura gráfica adecuada, con varios co-promotor trabaja 10-20 veces mejor que el catalizador ciclo de síntesis en el nivel de 7-9 MPa, en alta conversión del amoníaco (18-22%) y el amplio campo de relaciones entre hidrógeno y nitrógeno. La tecnología KAAP fue comercializada en 1992 en Ocelot Ammonia Co., Citimat, Canadá.

La secuencia básica de la operación del proceso está parecida a la instalación de baja energética de amoníaco basada en la reformación de gas natural y vapor. El ciclo de síntesis para terreno virgen se presenta en la Ilustración 6.5.

El proyecto de KAAP en el campo nonindustrializado de la planta de amoníaco tendrá siguientes propiedades técnicas:

- el compresor simple del gas sintético
- corriente radial, el proyecto del convertidor enfriado interiormente
- ciclo de síntesis y de baja presión
- activo catalizador del síntesis del amoníaco

El reactor de KAAP es una corriente radial con 4-capas interiormente enfriadas, un envase con caras calientes.

El reciclamiento alto se obtenia gracias a la introducción del cieno y vapor en alta temperatura al granulador, lo cual aumenta la temperatura del material granulado e incrementa el grado de solución y la fase líquida.

Este problema puede ser solucionado soltando una parte del calor producido. En práctica esto fue solucionado introduciendo al sistema otro reactor de tubo. En el proceso de reactor de tubo doble de AZF, el segundo reactor está localizado en la máquina secadora.

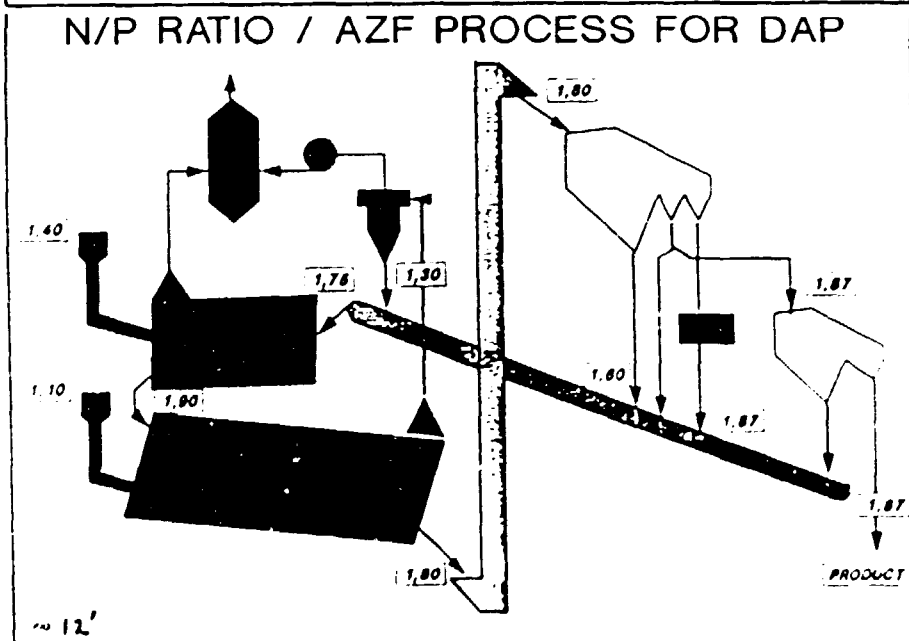
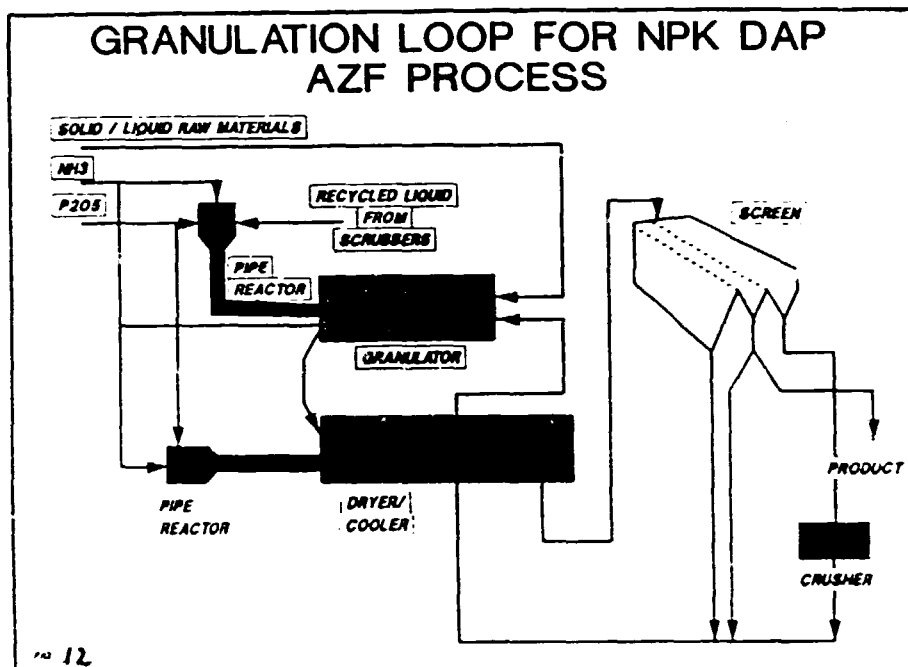


Ilustración 8.2 Proceso tecnológico AZF (NPK/NP)

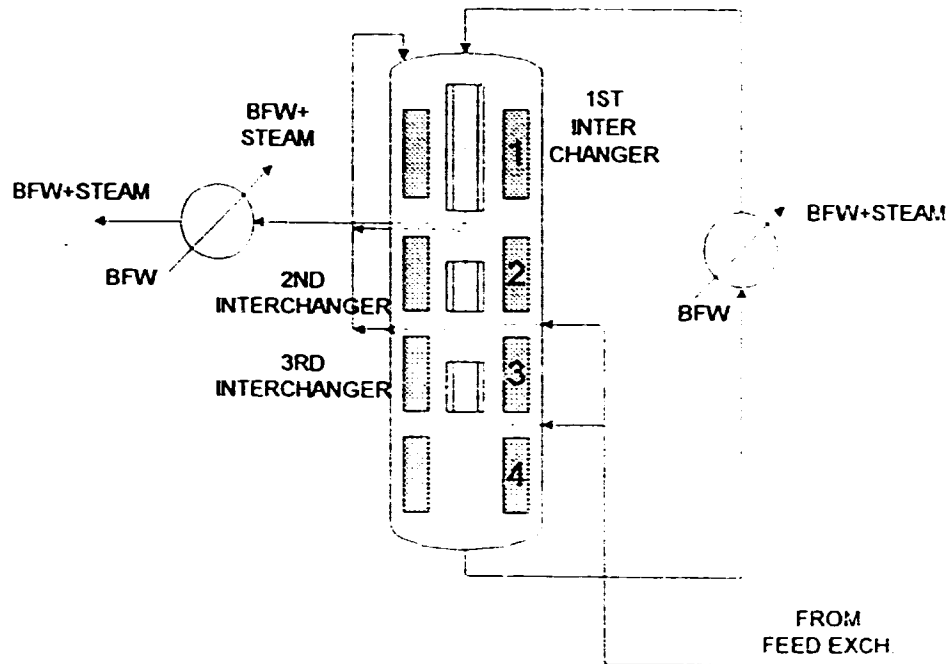


Ilustración 6.5 El desarrollado proceso de amoniaco de Kellogg (KAAP)

Primera capa usa la carga convencional del catalizador magnetito para utilizar el nivel alto de reacción de amoniaco y baja concentración del amoniaco. Otras 3 capas están cargados por el catalizador KAAP.

El reactor KAAP en Ocelot es un convertidor flujo completo instalado de modo que posibilita la cooperación con el convertidor magnetito. El reactor es una corriente radial con 2-capas, con caras calientes y izolación externa. El intercambiador tiene la función de cambiar el calor entre la alimentación y el escurrimiento de 1-capa. La alimentación del reactor KAAP contiene 15% de amoniaco. La concentración de amoniaco está intesificada hasta más de 21% en el escurrimiento del reactor KAAP.

La conexión del reactor KAAP junto con el calentador nuevo que calienta los desechos para producir MP vapor por los escurrimiento del reactor KAAP, tienen el potencial del incremento del ciclo de síntesis en 40%.

La tecnología KAAP para la instalación en campo inonindustrializado en relación a la tecnología presente de energética baja provee venajas siguientes: el uso de energía por el ciclo de síntesis está reducido en 40%, que significa una reducción total del uso de energía en la fábrica en cerca de 1.0 GJ/t. El coste total del capital se reduce en un 5%.

Progresos nuevos de Topsoe en el ramo de los reactores de amoniaco

El sistema del convertidor Topsoe S-250 utiliza también dos convertidores de corriente radial conectados en serie con un calentador del calor de desechos entre los convertidores y despues del ultimo convertidor.

Este sistema causa el ahorro de la energía en 0.11 Gcal/t de amoniaco en comparación con ciclo S-200.

Topsoe creó un convertidor nuevo S-300, que es un convertidor de la corriente radial con 3 capas y dos intercambiadores de calor internos.

La configuración S-300 es más barata que la S-250 y los ahorros de la energía pueden alcanzar el nivel del sistema S-250. La temperatura relativa a los perfiles de conversión en todos los tres reactores Topsoe está presentada en la ilustración 6.6.

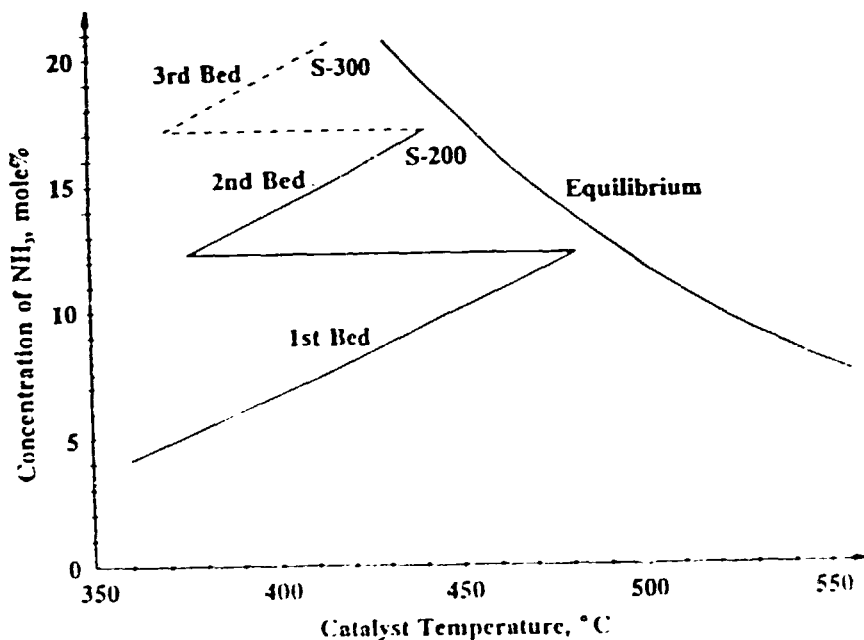


Ilustración 6.6 Los perfiles temperatura-conversión en los convertidores Topsoe

El convertidor S-300 tiene todas las propiedades del convertidor S-200:

- presión baja gracias la corriente radial
- el uso del catalizador pequeño de volumen molecular
- alto nivel de conversión por la corriente gracias al enfriamiento indirecto
- buena operatividad y simple sistema de control de temperatura

Se opta, que S-300 en comparación con S-200 ofrce los mismos resultados con el catalizador más pequeño o la conversión ampliada con el uso de 3 capas.

### Apéndice VII TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO

Proceso de producción del ácido fosfórico en el horno.

El primer paso en la producción del ácido es la producción del fósforo elemental en el horno eléctrico.

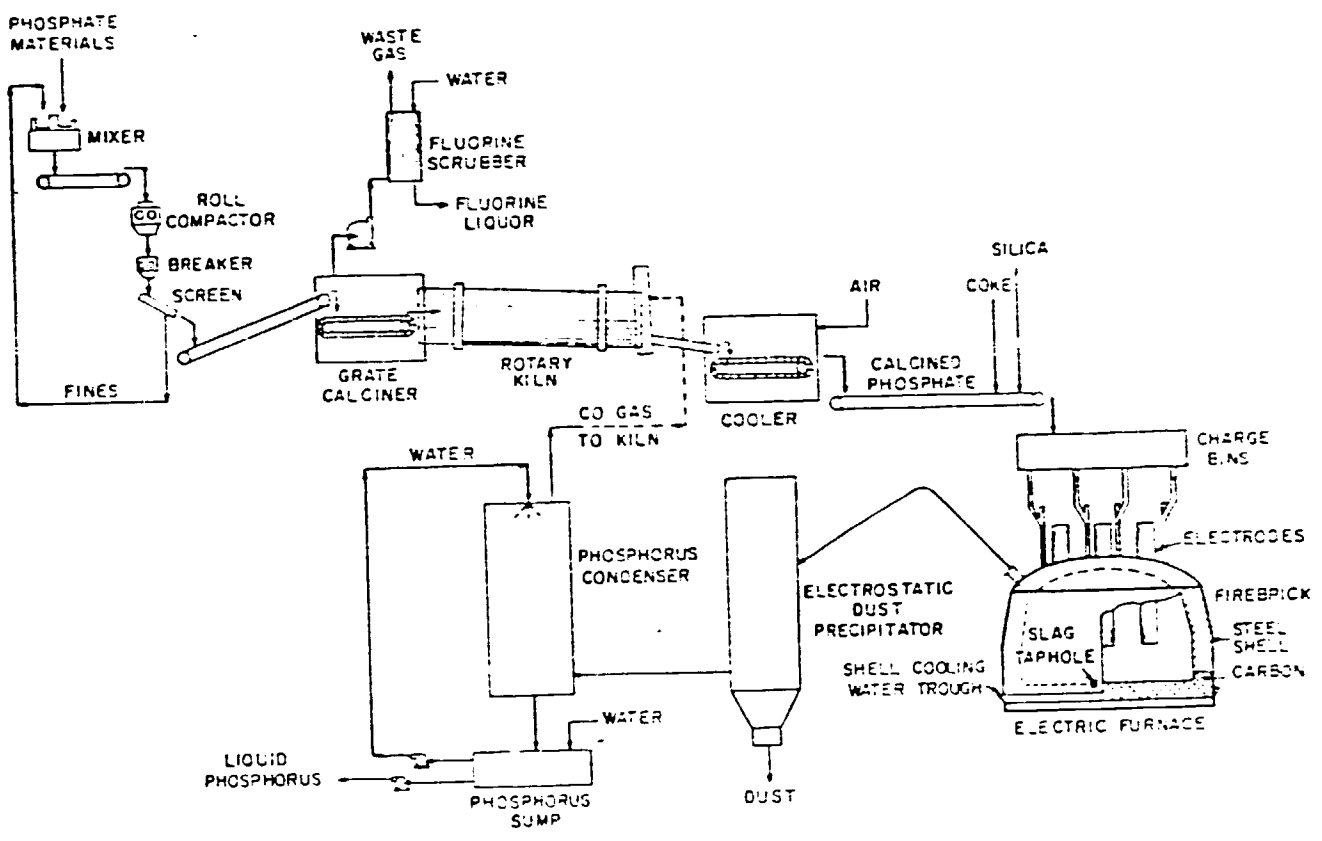
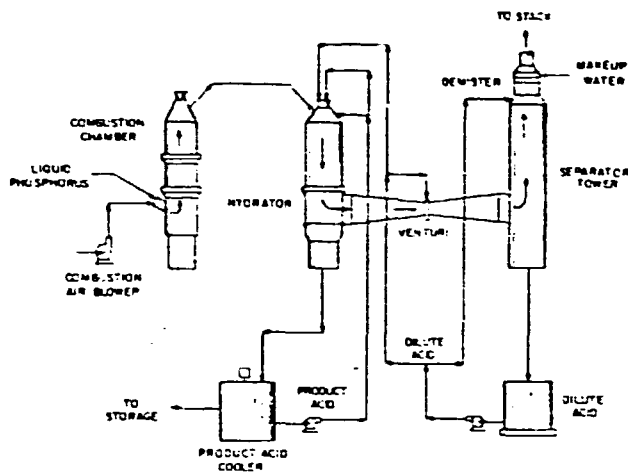


Ilustración 7.1 Proceso de producción del fósforo en el horno eléctrico.

El horno se llena con pedazos o terrones de fosfatos, gravilla de sílice y coque previamente mezclados. La corriente eléctrica, la cual entra en el horno por electrodos de carbono o grafito funde la roca con la sílice, y el carbono en el coque reduce el fosfátido. Una mezcla del vapor de fósforo y monóxido de carbono es retirado continuamente del horno. El fósforo es condensado en forma de líquido, el cual es convertido en ácido fosfórico en línea de producción separada, muy a menudo localizada lejos de la planta de fósforo. Escoria de la sílice de cal líquida y el compuesto de hierro y fósforo, conocido como ferrofósforo son removidas del horno de vez en cuando. La siguiente ecuación representa la reacción que tiene lugar en el horno:







**Ilustración 7.2 Producción del ácido fosfórico del fósforo elemental**

Una tonelada de  $P_2O_5$  es recuperada como ácido fosfórico y constituye un 86% del total del material recuperado en una planta con capacidad de producción de unas 100,000 toneladas de  $P_2O_5$ /año. Los requerimientos del proceso típico están presentados en el perfil tecnológico.

Si la roca de fósforo es accesible sin necesidad de ser previamente aglomerada y calcinada, el coste de la planta será de un 25%-30% más bajo, así como los costes de labor y la necesidad de combustibles será prácticamente eliminada. El subproducto de la reacción-el gas del monóxido carbónico es más que suficiente para el coque, el sílice y la roca. Algunas rocas que han sido utilizadas con éxito en hornos eléctricos sin ser concentradas, calcinadas o tostadas, son gravilla tamizada Florida (más de 6 mm), roca Florida y roca Montana (trituras y tamizadas). El uso de roca no calcinada puede resultar en un incremento del consumo de energía eléctrica por en el horno de un 10%, dependiente del  $CO_2$  y el contenido del agua.

Las Autoridades del Valle de Tennessee (TVA) han comenzado el proceso de producción de abonos fosfatados en el horno eléctrico en 1933 y producían fósforo y ácido fosfórico desde 1934 hasta 1977. Cinco hornos estaban operando al mismo tiempo. La producción ha sido abandonada en 1977 porque no podía competir con el proceso húmedo de producción de fertilizantes.

Había otros productores de fósforo norteamericanos: FMC, Monsanto, Occidental Chemical, Stauffer Chemical, Albright and Wilson. Los dos más grandes productores: FMC y Monsanto tenían sus plantas de hornos para la producción de fósforo basadas en depósitos de roca de fósforo locales en Idaho.

A VII - 4

Monsanto ha cerrado su planta de fósforo en Tennessee por razones económicas (precios del energía eléctrica) en 1968 pero desde aquel entonces ha desarrollado su producción en Idaho. Stauffer Chemicals (después Rhone-Poulenc Basic Chemicals) tenía plantas de fósforo en Tennessee y Montana, Occidental Chemicals en Quebec. Casi todo el producto de estas plantas ha sido utilizado para la producción industrial de fosfátidos (derivados directos y ácido térmico).

## Apéndice VIII

## TECNOLOGIA DE NEUTRALIZACION/GRANULACION

El desarrollo significativo de la tecnología de producción de fosfátidos amoniacales y el NPK concierne el método de mejora del balance del agua, lo cual mejora también la eficiencia de la energía y puede eliminar el preneutralizante: el uso efectivo del reactor de tubo. El aumento del uso de reactores de tubo en el desabastecimiento de plantas viejas y en el diseño de plantas nuevas ha sido muy rápido. La misma cantidad de energía es necesaria como para evaporar el agua procedente del ácido fosfórico. El proceso puede convertirse en autotérmico gracias a la atención prestada durante el proceso de diseño a una buena conservación de energía o gracias a un pequeño incremento en la concentración del ácido utilizado. El reactor de tubo es un tubo grande, en el cual se introducen materias primas. La forma más común del reactor es el reactor T, que tiene un mezclador en forma de la letra T. El mezclador puede también tener la forma de la letra X. En el reactor T el amoníaco se introduce en dirección a la parte horizontal, el ácido fosfórico y a veces pequeñas cantidades de ácido sulfúrico se añade al mezclador por la parte a la derecha del amoníaco.

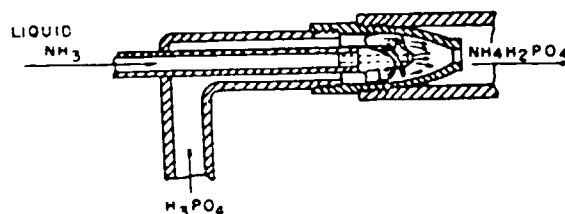


Ilustración 8.2 Reactor T

Mientras en el tubo el ácido fosfórico entra en reacción con amoníaco, el cieno es producido y descargado del tubo directamente al granulador. La amonificación y la incorporación de productos sólidos, particularmente en caso de los NPK, tienen lugar en el granulador, el cual generalmente es un granulador de tambor.

El reactor T en muchos casos ha substituido el reactor preneutralizante, el cual es más simple de operar, mas barato y su otra ventaja es que el fango no tiene que ser retirado. El reactor T produce un cieno más concentrado y no se necesita una cantidad de agua tan grande como en el preneutralizante. Menos agua tiene que ser introducida con las materias primas, el ácido fosfórico P2O5 de 54% puede ser utilizado en lugar del ácido de 40%-42% y el índice del procesamiento puede ser reducido. Esto en cambio reduce las dimensiones del equipo necesario, o permite a incrementar la capacidad de la planta existente.

Como la reacción tiene lugar en un espacio pequeño, el balance térmico del proceso también es mejor. La mayoría del agua es vaporizada en el reactor gracias al calor procedente de la reacción, el producto que sale del granulador es más seco y la energía gastada en el proceso del secamiento puede ser reducida.

Más abajo se presentan las más importantes ventajas del proceso llevado a cabo en el reactor de tubo sobre el proceso de preneutralización:

Costes de inversión más bajos:

- falta de preneutralizador
- índice de procesamiento bajo

Costes de operación reducidos:

- operación autotérmica (sin energía de calentamiento)
- consumo de energía eléctrica bajo
- pérdida más baja del P2O5 insoluble en el citrato
- alta eficiencia de consumo de amoníaco

Materias primas más adaptables:

- posibilidad de utilizar ácidos fosfóricos de varios orígenes, así como algunos con cenizas
- posibilidad de suministro de ácido P2O5 de 52%-54% lo cual constituye una ventaja para empresas que importan el ácido fosfórico

Flexibilidad y estabilidad:

- un sistema de lavado comprobado
- control efectivo de condiciones de granulación

Grandes posibilidades de composición de productos:

- MAP, DAP, o varios tipos de NPK

Nivel bajo de influencia en el medio ambiente:

- bajos valores de emisión de acuerdo con valores estandarizados de la Agencia de Protección del Medio

Ambiente (EPA)(USA).

El contenido del P2O5 en el DAP producido en el reactor de tubo es casi completamente soluble en el citrato.

El diagrama de flujo en el reactor en forma de la letra X es parecido al flujo en el reactor T con esta diferencia que el cieno del lavagases puede ser introducido en el reactor directamente vía una boca de entrada adicional. La descarga del reactor es realizada directamente al amoniador-granulador. Se recomienda un enfriamiento parcial antes de tamizar, después del cual tiene lugar un enfriamiento final antes del almacenaje. El consumo de energía durante el proceso es 90kWh/tonelada, pero el secado del producto no es necesario.

El reactor de presión es fabricado de un tubo 316L inoxidable, de 25.4 cm de diámetro y 13.72 m de longitud. 10.36 m del tubo es fuera del granulador y está inclinado a unos 10°, esta sección está completamente aislada. El amoníaco gaseoso se introduce en el tubo. El cieno es descargado por un tubo a unos 92 cm por encima del material en el granulador. TVA recomienda que la velocidad del aire introducido en el granulador sea 1.22 m/segundo.



En el círculo de granulación tiene que ser utilizado solamente un elevador, el transportador para el reciclamiento no es necesario porque el material reciclado se mueve gracias a la gravitación, se utiliza tamices singulares, el triturador de pedazos que está fuera de la corriente principal del reciclamiento puede ser utilizado cuando la planta está en operación.

En una planta generalmente idéntica se puede producir una variedad de productos de NPK introduciendo simplemente materias primas adicionales. En la producción de NPK se puede obtener índices de reciclamiento de 1.5-2. Dependiendo del producto las materias primas pueden ser sólidas o líquidas. En el caso previo el material de dimensiones apropiadas (<2mm) se introduce en el sistema de reciclamiento, en el siguiente caso, es introducido directamente en el granulador.

El consumo típico de materias primas se presenta en la tabla.  
Tabla 8.1 Perfil tecnológico del proceso de Uhde GmbH

Costes componentes\producto	Unidades per tonelada	DAP\1 18-46-0	NPK\2 17-17-17
Materias primas:			
Acido fosfórico (42% P2O5)	kg	1035	383
Acido sulfúrico (100% H2SO4)	kg	50	36
Amoniaco líquido	kg	222	61
Nitrógeno amoniacal (96%)	kg	0	362
Sal de potasio (60% K2O)	kg	0	286
Servicios:			
Agua para el proceso	kg	5	144
Vapor (LP)	kg	30	22
Energía	KWh	35	35
Gás natural	Nm3	-3	3.7
Aire instrumento	Nm3\h	55	55

1\Capacidad nominal 1,000 MTPD

2\Capacidad nominal 1,200 MTPD

3\Durante el comienzo de trabajo de la planta: 1000 Nm3

Llamadas:

Planta de 650 MTPD en BAFGAS, BANDIRMA (Turquía)

Planta de 1000 MTPD en SASOL, SECUNDA (África del Sur)

Planta de 500 MTPD en NCZ, KAUFÉ (Zambia)

## 2. Tecnología de Cros S.A.

El proceso del reactor de tubo desarrollado por Cros S.A. de Barcelona y licenciado por Incro S.A. de Madrid se utiliza en varias plantas. Para la producción de DAP el proceso es parecido al previamente presentado, con el reactor de tubo en vez del preneutralizador. El cieno descargado del reactor de tubo contiene 4-5% de humedad (el proveniente del preneutralizador contiene unos 12-14% de humedad). Si se considera solamente el balance de agua, el índice del reciclamiento será alrededor de 2. Aunque el aire se pasa por el granulador para reducir la temperatura, no es suficiente para mantener la temperatura por debajo de 90° C, lo cual es necesario para una buena granulación. El enfriado del reciclamiento tiene que ser utilizado para controlar la temperatura y el índice del reciclamiento aumenta.

En muchas plantas de producción de fosfato amónico tiene que haber posibilidad de producir fertilizantes multinutrientes de NPK. Esto se puede obtener utilizando el reactor de tubo, pero Cros ha desarrollado un proceso combinado con la utilización de ambos: el reactor de tubo y el preneutralizador. Dependiendo del producto y de la capacidad del reactor de tubo y el preneutralizador están operando juntos o separados.

Llamada: Planta de 1200 MTPD en ENGRAIS DE GABES (Tunicia)

## 3. ERT-Tecnología de Espindesa

Una característica particular del proceso desarrollado por ERT-Espindesa de Madrid es que la reacción al MAP o DAP tiene lugar en el reactor de tubo y por esto la amoniación adicional no es necesaria. Porque no se necesita más amoniaco adicional, el producto granulado o en polvo puede ser fácilmente producido. Para obtener producto en forma de polvo, el reactor tiene que ser descargado en la cima de la torre. Una planta de este tipo está produciendo MAP en España desde 1981. EL reactor de tubo en el cual se introduce el ácido fosfórico y amoniaco está localizado cerca de la cima de una torre de 17 m de altura. El índice molar de  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  es ajustado para dar el requerido por el producto, el contenido de humedad del ácido fosfórico es controlado para asegurar que el producto contiene 4-6% de humedad. El MAP en polvo se remueve del fondo de la torre en la temperatura de 60° C. El DAP en polvo fue producido en un sistema similar en una planta-piloto de capacidad de 400kg/h y la planta existente de producción de MAP fue convertida para poder producir DAP.

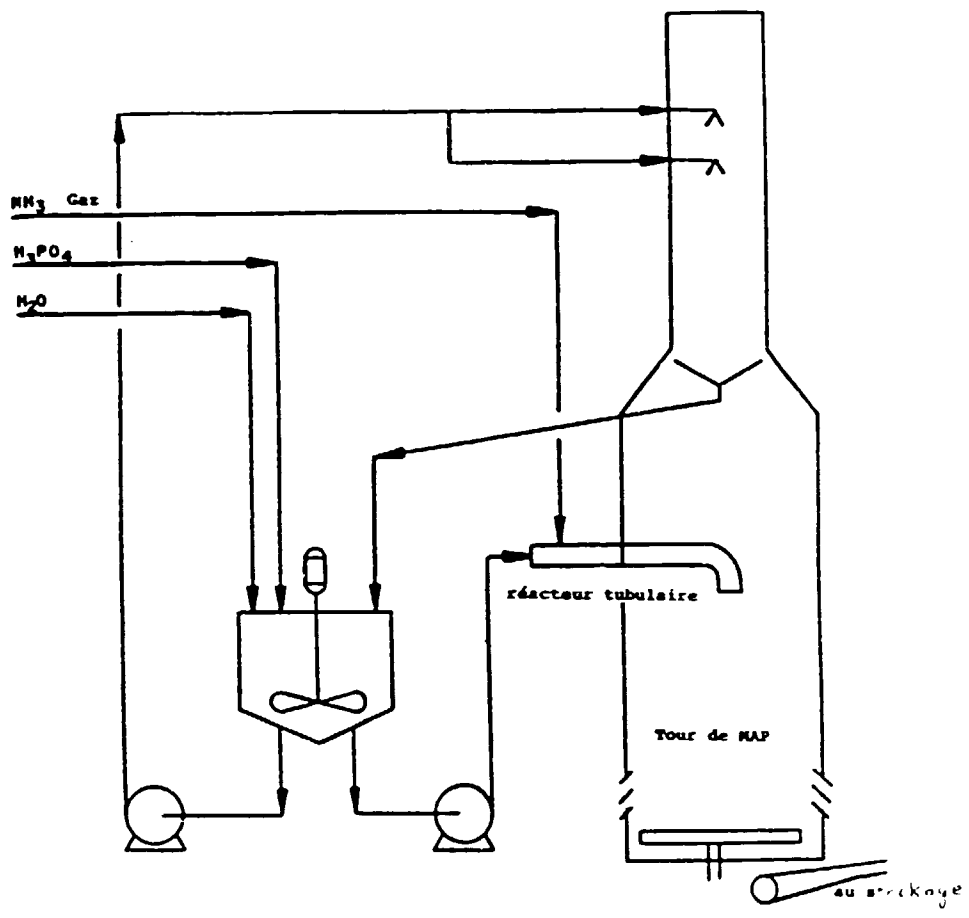


Ilustración 8.3 Proceso de producción de MAP en ESPINDESA

El proceso de producción del DAP granulado tiene una característica especial: todo el ácido fosfórico es utilizado en el lavagases de dos etapas, en el cual la mayoría de amoníaco perdido en el granulador es recuperado. El ácido parcialmente neutralizado, proveniente del lavagases tiene un índice molar de  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  de 0.25 y es introducido en el reactor cuando el índice alcanza 1.9-2.05 y depende de las impurezas presentes en el ácido.



Dependiendo de las impurezas en el ácido fosfórico, el reactor de tubo puede ser hecho de 316 L acero inoxidable o de uranio B 6. El diámetro y longitud de los tubos varían de acuerdo con el diseño. Para 25t/h de DAP, el diámetro es 10.2 cm y la longitud es 6.1 m de los cuales solamente 1.52 m se encuentra dentro del granulador. La descarga del reactor de tubo tiene lugar directamente al granulador de tambor rotativo. El amoniaco no es añadido al granulador. El índice del reciclamiento puede ser mantenido en unos 2.5-3.5 y en la salida del granulador, el contenido de humedad del DAP es menos que el 3%. El secamiento tiene lugar en una máquina secadora rotativa, después del cual el producto es tamizado.

El gas del granulador es introducido vía el lavagases de amoniaco y después por el lavagases final. El gas de la máquina secadora también pasa por el lavagases final antes de ser soltado a la atmósfera.

El consumo por tonelada de DAP de materias primas y servicios se demuestra en la tabla.

Tabla 8.2 Perfil tecnológico del ESPINDESA

Coste de componentes\producto	Unidades	Unidades por tonelada DAP(18-46-0)
Materias primas:		
Amoniaco (100%)	kg	221
Acido fosfórico (como 100% P2O5)	kg	463
Servicios:		
Vapor	kg	1
Energía	KWh	25
Aceite combustible	kg	2

Llamada:

MAP en polvo - planta de 500 MTPD en HUELVA (España)

#### 4. Proceso de AZF (ahora Grande Paroisse)

CdF Chimie AZF de Paris, o mejor dicho una de las compañías de grupo (GESA) que se juntaron en 1983 para formar una organización, está operando reactores de tubo desde 1974. Al principio se usaba solamente un reactor que descargaba al granulador de una manera convencional. Su operación daba resultados satisfactorios mientras se producía tales fertilizantes como 6-15-30 o 16-20-0, pero cuando comenzó la producción de productos de grado de análisis más alto, como el 17-17-17, 18-22-12 y 23-23-0, los cuales se basan en el fosfato de amonio y nitrógeno amoniacal, resulto necesario obtener un índice de reciclamiento alto, posiblemente más alto que en el proceso convencional con el preneutralizador.

El reactor de tubo en el granulador está diseñado para recibir parte del ácido fosfórico, parte del amoníaco (líquido o gaseoso) y todas las demás materias líquidas - ácido sulfúrico, si es requerido, líquido para el lavagases reciclado, y posiblemente soluciones concentradas del nitrógeno amoniacal o urea, aunque estos pueden ser introducidos directamente al granulador. El índice de amoniación varía con relación al producto entre 0.6 y 1.4. La siguiente amoniación tiene lugar en el granulador.

En la máquina secadora, se introduce solamente el amoníaco y el ácido fosfórico al reactor de tubo. El índice de N:P es mantenido en 1.05, como es MAP el que es producido principalmente. La contrapresión varía entre 3 y 5 bar.

Gases del granulador y máquina secadora son lavados con fosfato amoniacal que recircula, sulfato amónico o la solución de sulfofosfato amoniacal. Los ácidos: sulfúrico y fosfórico se añade, si es necesario y la solución que queda se introduce al reactor de tubo del granulador. El gas es finalmente soltado vía una columna ciclónica mojada con una solución ácida.

Tabla 8.3 Perfil tecnológico del proceso de AZF

Coste de componentes	Unidades	Unidades por tonelada DAP(18-46-0)
Materias primas:		
Amoníaco (100%)	kg	220
Acido fosfórico (100% P2O5)	kg	468
Acido sulfúrico (100%)	kg	5
Servicios:		
Vapor	kg	50
Combustible	kg	10

Llamadas:

Planta de 1200 MPTD en GRANDE PAROISSE, ROUEN (Francia)

Planta de 1600 MPTD en SAEPA, GABES (Tunicia)

Planta de 4 x 1200 MPTD en MAROC PHOSPHORE, JORF/LASFAR (Marruecos)

5. Proceso de Norsk Hydro

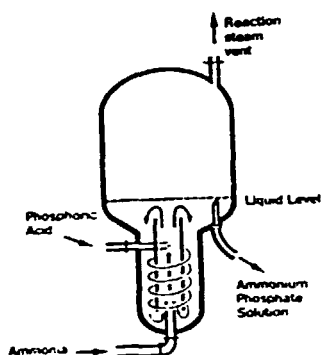
Otro tratamiento del tema de la limitación del consumo de energía es la utilización de reactores de presión, como los promovidos por Norsk Hydro Fertilizers. Este sistema tiene varias ventajas:

- la solubilidad del fosfato amoniacal incrementa con la temperatura,

- con el incremento de presión incrementan los puntos de ebullición de las soluciones.

Gracias a la introducción de la presión al sistema de reacción, la temperatura de la solución del fosfato amoniacal puede ser elevada encima de su punto de ebullición atmosférica. Por esta razón el reactor de presión puede ser operado con el contenido de agua más bajo que los reactores atmosféricos porque las solubilidades pueden ser obtenibles lo cual no se puede lograr bajo condiciones atmosféricas. En la ilustración se presenta el Norsk Hydro Fertilizer Draft Tube Reactor (NHF-DTR) utilizado como reactor de presión en el proceso de granulación del cieno para producir una gran variedad de fórmulas tales como 18-46-0 (DAP), 16-20-0 (MAP+AS), 8-26-26 y 11-33-22 (NPK).

Ilustración 8.5 El reactor de tubo para el secamiento de fertilizantes de Norsk Hydro



## Apendice IX

### PERFILES TECNOLOGICOS

1. Amoniaco (gas natural)
2. Amoniaco (electrochimico)
3. Acido fosforico (termoelectrico)
4. NPK (en granel)
5. Acido nitrico
6. NPK (opcion del nitrofosfato)

## Apendice X

### PRICES AND INVESTMENT COSTS

#### Freight charges

Date	Location of supplier	Product customer	Freight charges US \$/t
March 1994	Black Sea	China Urea	17.5-21.0
April 1994	US Gulf	China DAP	22.0
March 1993	Black Sea	China Urea	26.5
April 1993	Africa	India Urea	40.5
March 1993	Dakar	India PR	31.5
March 1993	Baltic Sea	India Potash	49.0
March 1992	Indonesia	Thailand Urea	13.75
March 1992	Black Sea	China Urea	22.75
April 1992	Aqaba	India DAP	16.0
April 1992	Aqaba	India PR	15.5
March 1992	Jubail	India Sulphur	23.5
March 1991	Tampa	Karachi DAP	37.5
March 1991	US Gulf	India DAP	40.25
March 1991	Indonesia	VietNam Urea	16.0
March 1991	Mexico	US EC Urea	11.0
March 1991	Tampa	India PR	39.5
March 1991	Vancouver	India Sulphur	36.0
April 1990	Saudi Arabia	India Ammonia	30.0
March 1990	Saudi Arabia	Malaysia Urea	18.5
March 1990	Tampa	India DAP	45.5
March 1990	Vancouver	Indonesia Potash	33.5
March 1990	Vancouver	Manila Sulphur	28.5
March 1989	Tampa	China DAP	37.2
March 1989	Tampa	India DAP	44.7
March 1989	Aqaba	India PR	22.0
March 1989	Casablanca	India PR	35.0
March 1988	Tampa	Thailand TSP	34.0
March 1989	Rostock	India Potash	37.0
March 1989	Aqaba	India Potash	22.0
March 1998	Vancouver	Manila Potash	25.0
April 1988	Black Sea	China Urea	36.0
April 1988	Indonesia	China Urea	17.0
April 1988	US Gulf	China DAP	28.0
April 1988	Jubail	China Sulphur	17.5
April 1988	Vancouver	India Sulphur	39.75
May 1988	California	India Sulphur	42.2

Prevailing natural gas prices and ammonia cost of production

Region/Years	Units	1991	1992	1993	1994	1995
Western Europe						
NG price	US \$/GJ	2.64	2.64	2.64	2.83	3.16
Gas consumption	GJ/mt	44.5	44.5	44.5	44.5	42.4
Unit cost	US \$/mt	141	145	141	151	159
Mexican Gulf						
NG price	US \$/GJ	1.84	1.98	2.26	2.45	2.64
Gas consumption	GJ/mt	42.4	42.4	42.4	42.4	42.4
Unit cost	US \$/mt	99	105	118	127	135
Arabian Gulf						
NG price	US \$/GJ	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Gas consumption	GJ/mt	34	34	34	34	34
Unit cost	US \$/mt	64	64	66	66	68
Trinidad						
NG price	US \$/GJ	1.08	1.15	1.08	1.18	1.18
Gas consumption	GJ/mt	34	34	34	34	34
Unit cost	US \$/mt	66	64	66	71	74

Arab Gulf Report, British Sulfur 8. (1994)

Ammonia production and eksport (1992)

Region	Production mln.t/year	Export
World	105.5	11.0
Arabian Gulf	2.760	0.87
Central America	3.87	1.70
- Trinidad	1.43	
South America	1.72	0.72
Brazil	0.99	
Venezuela	0.52	

Phosphoric acid production and export (1992)

Region	Production mln.t/year	Export
World	11.3	1.0
Algeria	4.50	0.7
Morocco	2.0	0.7
Tunisia	1.2	1.1
South America	0.8	0.4
Brazil	0.7	

10.1 Prices \*\

Phosphoric acid \$/t P205

Item	US \$/t
US Gulf fob	275
Sea freight	35
Storage	
+ loading fees	20
Barge transport	10
Storage	10
Road transport	22
Total c&f	372
Trading overheads	74
Granulation plant	446

Ammonia

Item	US \$/t
US Gulf	165
Sea freight	35
Storage	18
Loading	2
Barge transport	16
Storage	18
Road transport	4
Storage	18
Total c&f	276
Trading overheads	54
Granulation plant	330

Potash

Item	US \$/t
Vancouver fob	105
Sea freight	20
Storage	4
Road transport	12
Total c&f	141
Trading overheads	28
Farm gate price	169

DAP

Item	US \$/t
US Gulf	185
Sea freight (bulk)	22
Storage	5
Barge transport	8
Storage	5
Road transport	16
Total c&f	241
Trading overheads	48
Farm gate price	329

10.2 Investment costs

Phosphoric acid (imports)

Item	US \$ million
Storage at sea port	
5,000 m3	6
Infrastructure	3
Storage at river port	
2,500 m3	4
Infrastructure	2
Storage at plant site	
Infrastructure	3
Total	22

Ammonia (imports)

Item	US \$ million
Storage at sea port	
20,000 M3	12
Infrastructure	4
Storage at river port	
5,000 m3	6
Infrastructure	2
Storage at plant site	
5,000 m3	6
Infrastructure	2
Total	32

Phosphoric acid plant  
188.000 t/year

Item	US \$ million
Battery limits	44
Off-site	17
Total	61

NPK granulation plant  
652.000 t/year (bulk)  
Two lines 1100 MTPD each

Item	US \$ million
Battery limits	48
Off-sites	11
Total	59

Ammonia plant  
188.000 t/year

Item	US \$ million
Battery limits	91
Off-site	15
Total	106

Ammonia water plant  
267.000 t/year (30% NH<sub>3</sub>)

Item	US \$ million
Battery limits	6
Off-sites	2
total	8

\*\ prices and investment costs were assessed using published data.  
In feasibility study data from offers from licensors as well as  
from traders must be used.



Apendices XI  
List of licensors

AMMONIA

Haldor Topsoe A/S  
Nyboellevejs 55  
P.O. Box 213  
DK-2800 Lyngby  
Telex 37444 HTASDK  
Fax (452) 878494  
Copenhagen,  
Att. Mr. Dybkjaer  
Denmark

Imperial Chemical Industries PLC, UK  
Chemicals and Polymers Group  
Catalyst & Licensing department  
Billingham, Cleveland TS23 1LB  
P.O.Box 1  
Telex 587443 ICIAGE G  
Fax (44632) 5222542  
United Kingdom

Uhde GmbH  
Frederich Uhde strasse 15  
D-44128 Dortmund  
Process Department/Technical Division II  
Telex 8228410 UD D  
Fax (49231) 5472829  
Att. Mr. W Staehler  
Germany

The M.W. Kellogg Company  
601 Jeferson Avenue  
P.O. Box 4557  
Houston, Texas 77210-4557  
Telex 762556 KELLOG HOU  
Fax (1 713) 960 2033  
Att. Mr. Rod Blackmon  
U S A

Kinetics Technology International BV., Netherlands  
26 Bredewater  
P.O.Box 86  
2700 AB Zoetermeer  
Netherlands

## PROSPHORIC ACID ELECTROTHERMAL ROUTE

Uhde GmbH, Germany  
Friedrich-Uhde-Strasse 15  
Postfach 262  
D- 4600 Dortmund 1  
Licensing Department  
or in Latin America  
INTERUDE  
Engenharia Ltda  
Sao Paulo \_SP  
CEP 01415-906  
Rua Bela Cintra 986 8º AND  
Fax (011) 213-4037  
Brasil

Monsanto USA  
800, N. Linbergh Blvd.  
St. Louis MO 63167  
Fax (01314) 6947625  
Tel. (01314) 6941000

Tennesy Valley Authority  
Muscle Shoals, Alabama 35660  
USA  
Att. Mr. B.R. Parker

NPK

Davy Process Technology  
30 Eastbourne Terrace  
London W2 6LE  
Att. Mr. J.A. Hallsworth  
Fax. (04471) 9573535

Raytheon Engineers  
& Contractors  
1401 N. Westshore Boulevard  
Tampa, Florida 33607-4518  
Att. E. J. Danos  
Fax (01813) 2895251

Norsk Hydro AS Norway  
Bygdoy Alle 2  
P.O.Box 2594 Solli  
N-0203 Oslo 2  
Telex 78350 HYDRO N  
Fax (472) 432 725  
Licensing Department

Badger Engineers Inc.  
1401 North Westshore Boulevard  
Tampa  
P.O. Box 31317  
Florida 33631-3317, USA  
Telex 52853 BDGTPA  
Fax (18131) 8748515  
Licensing Department

DK---0-m500,0,0,0,700

1

TECHNOLOGICAL PROFILE

Product: Ammonia (natural gas)			Process: Low energy		
Capacity: 600 MTPD			Investment cost: M US \$		
Operation time: 85%			BLL	91.0	(0.76)
Production: 188.000 MTPY			Off-sites	15.0	
			Working capital:	0.5	
			Unit investment cost:	484 US \$/t	
Raw materials consumption:			Price US \$/unit	Cost US \$/t	
Natural gas	Gcal/t	6.5	9	58.5	
Chemicals	US \$/t	2	1	2.0	
Total raw materials:				60.5	
Utilities:					
Electricity	kwh/t	380	0.021	7.8	
Cooling water	m3/t	195	0.02	3.9	
Process water	m3/t	1.5	0.2	0.3	
Inert gas	Nm3/t				
Total utilities:				12.0	
			Production cost		
Raw materials				60.5	
Utilities				12.0	
Variable cost				72.5	
Operating labour	manh/t	0.58	2	1.7	
Maintenance labour	manh/t	0.58	2	1.7	
Maintenance cost	US \$/t	14.5	1	14.5	
Operating supplies		3.6	1	3.6	
Direct cost				93.6	
Factory overheads		1.1	1	1.1	
Taxes and rents		9.6	1	10.0	
Insurance		4.8	1	5.0	
Other		4.8	1	5.0	
Depreciation			1		
BEL		48.4	1	48.4	
Off-sites		6.0	1	6.0	
Plant gate cost				168.3	
Sales cost			1		
By-products					
Carbon dioxide	t/t	0.45	30	(13.5)	
Total cost				154.8	
Transfer cost				154.8	

UDK=---0-m500,0,0,0,700

1

## TECHNOLOGICAL PROFILE

Product: Ammonia				Process: Electrochemical	
Capacity: 600 MTPD				Investment cost: M US \$	
Operation time: 85%				BLL	70.5 (0.76)
Production: 188,000 MTPY				Off-sites	15.0
				Working capital:	0.5
				Unit investment cost:	387 US \$/t
Raw materials consumption:				Price US \$/unit	Cost US \$/t
Natural gas	Gcal/t				
Chemicals	US \$/t	2	1		2.0
Total raw materials:					2.0
Utilities:					
Electricity	MWh/t	10.2	6.8 * \		69.1
Cooling water	m3/t	25	0.02		0.5
Process water	m3/t	1.5	0.2		0.3
Inert gas	Nm3/t				
Total utilities:					69.9
				Production cost	
Raw materials					2.0
Utilities					69.9
Variable cost					85.4
Operating labour	manh/t	0.58	2		1.7
Maintenance labour	manh/t	0.58	2		1.7
Maintenance cost	US \$/t	14.5	1		14.5
Operating supplies		3.6	1		3.6
Direct cost					93.6
Factory overheads		1.1	1		1.1
Taxes and rents		9.6	1		7.8
Insurance		4.8	1		3.9
Other		4.8	1		3.9
Depreciation			1		
BBL		38.7	1		38.7
Off-sites		6.0	1		6.0
Plant gate cost					154.8
Sales cost			1		
By-products					
Carbon dioxide	t/t				154.8
Total cost					154.8
Transfer cost					154.8

\* \ at ANDE price 21 US \$/MWh the ammonia cost would be about 300 US \$/t.  
This is 10% less than assumed ammonia imported costs. (see Annex X).

## TECHNOLOGICAL PROFILE

Product: Phosphoric acid	Process: Electrothermic		
Capacity: 610 MTPD	Investment cost: M US \$		
Operation time: 85%	BLL	44.0	(0.49)
Production: 188.000 t/year (P205)	Off-sites	17.0	
	Working capital:	2.3	
	Unit investment cost:	234 US \$/t	
	Price US \$/unit	Cost US \$/t	
Raw materials consumption:			
Phosphate rock (31%) t/t	3.73	30	111.9
Silica rock t/t	1.1	5	5.5
Coke (86% C) t/t	0.6	70	42.0
Other US \$/t	0.5	1	0.5
Total raw materials:			164.4
Utilities:			
Electricity MWh/t	6.7	21	140.7
Cooling water m3/t	100	0.02	2.0
Process water m3/t	5	0.2	1.0
Inert gas Nm3/t			
Fuel Tcal/t *\ Steam t/t	1	16	16.0
Total utilities:			159.7
	Production cost		
Raw materials			164.4
Utilities			159.7
Variable cost			324.1
Operating labour manh/t	0.42	2	0.8
Maintenance labour manh/t	0.5	2	1.0
Maintenance cost US \$/t	8	1	8.0
Operating supplies US \$/t	1.6	1	1.6
Direct cost US \$/t		1	335.5
Factory overheads US \$/t	0.5	1	0.5
Taxes and rents US \$/t	4.4	1	4.4
Insurance US \$/t	2.2	1	2.2
Other US \$/t	2.2	1	2.2
Depreciation		1	
BBL US \$/t	23.4	1	23.4
Off-sites US \$/t	4.2	1	4.2
Plant gate cost			372.4
By-products Fe-P (75%) t/t	0.15	200	30.0
Sales cost		1	
Total cost			342.4
Transfer cost			342.4

\*\  
CO from furnace is used as a fuel

## TECHNOLOGICAL PROFILE

Product: NPK	(11:29:22)*\	Process: Cross pipe/granulation	
Capacity: 2100 MTPD(bulk)		Investment cost:	
Operation time: 85%		BL	48.0 M US \$
Production: 490.000 t/year (NPK)		Off-sites	11.0 M US \$
Bulk production: 652.000 t/year		Working capital:	5.3 M US \$
		Unit investment cost:	73.6 US \$/t
Raw materials consumption:		Price US \$/unit	Cost US \$/t
Ammonia	t/t	0.14	154.8
Phosphoric acid	t/t	0.29	342.4
KCl	t/t	0.23	70
Total raw materials:			137.1
Utilities:			
Electricity	kwh/t	30	0.021
Cooling water	m3/t		
Process water	m3/t	0.05	0.2
Inert gas	Nm3/t		
Fuel	t/t		
Steam	t/t	0.06	15.7
Total utilities:			1.6
		Production cost	
Raw materials			137.1
Utilities			1.6
Variable cost			138.7
Operating labour	manh/t	0.32	2
Maintenance labour	manh/t	0.5	2
Maintenance cost	US \$/t	2	1
Operating supplies	US \$/t	0.5	1
Direct cost			1
Factory overheads	US \$/t	0.5	1
Taxes and rents	US \$/t	1.4	1
Insurance	US \$/t	0.7	1
R&D expenditures	US \$/t	0.7	1
Depreciation			1
BL	US \$/t	7.4	1
Off-sites	US \$/t	2.8	1
Plant gate cost	US \$/t		1
Interest WC	US \$/t		1
Sales cost	US \$/t		1
VAT 10%	US \$/t		1
Total cost			1
Opportunity price	US \$/t **\		1
Profit before taxes	US \$/t		1
Income tax (25%)	US \$/t		1
Profit after taxes	US \$/t		1

\*\ average resulting from many varieties of NPK based on DAP

\*\*\ considering actual price of N, P205, K2O (Annex X)

## TECHNOLOGICAL PROFILE

Product: Nitrophosphate  
 Capacity: 700,000 t/year  
 Operation time: 82%  
 Production: 600,000 t/year

Process: Direct with granulation  
 Investment cost: M US \$  
     BLL 60.5 (0.65)  
     Off-sites 15.4  
 Working capital: 4.1  
 Unit investment cost: US\$ 101  
 Price US \$/unit Cost US \$/t

## Raw materials consumption:

Ammonia	t/t	0.333	154.8	51.6
Nitric acid (as 100%)	t/t	1.07	63.4	67.8
Phosphate rock (33%)	t/t	0.72	24	17.3
Carbon dioxide	t/t	0.28	30	8.4

Total raw materials: 145.1

## Utilities:

Electricity	Mwh/t	0.21	21	4.4
Cooling water	m3/t	80	0.02	1.6
Process water	m3/t			
Inert gas	Nm3/t			
Fuel	Tcal/t	70	0.007	0.5
Steam	t/t	1.7	16	27.2

Total utilities: 33.7

## Production cost

Raw materials				145.1
Utilities				33.7
Variable cost				178.8
Operating labour	manh/t	0.4	2	0.8
Maintenance labour	manh/t	0.3	2	0.6
Maintenance cost	US \$/t	2	1	2.0
Operating supplies	US \$/t	0.5	1	0.5
Direct cost	US \$/t			182.7
Factory overheads	US \$/t	1.2	1	1.2
Taxes and rents	US \$/t	2	1	2.0
Insurance	US \$/t	1	1	1.0
R&D expenditures	US \$/t	1	1	1.0
Depreciation				
BBL	US \$/t	10.1	1	10.1
Off-sites	US \$/t	1.3	1	1.3
Plant gate cost	US \$/t			199.3
By-products				
Ammonium nitrate	t/t	0.748	150	(112.2)
Calcium carbonate	t/t	0.5	50	(25.0)
Total by-products	US \$/t			(137.2)
Sales cost	US \$/t		1	10.0
Total cost (bulk)	US \$/t			62.1
VAT 10%	US \$/t			6.2
Interest WC	US \$/t			1.3
Total cost	US \$/t			69.6
Price (bulk)	US \$/t			140.0
Profit before taxes	US \$/t			70.4
Income tax (25%)	US \$/t			17.6
Profit after taxes	US \$/t			52.8
ROS	%			37.7
SRR *\	%			12.4

\*\ considering total investment cost (ammonia, nitric acid, NP) equal 255.7 US \$ million.



UDK---0-m500,0,0,0,700

1

TECHNOLOGICAL PROFILE

Product: Nitric acid (60%)	Process: GP
Capacity: 850,000 t/year (as 100%)	Investment cost: M US \$
Operation time: 85%	BLL 57.4 (0.77)
Production: 720,000 t/year (as 100%)	Off-sites 16.4
	Working capital: 3.56

Raw materials consumption:	Unit investment cost 80 US \$/t
Ammonia (transfer cost) t/t	Price US \$/unit Cost US \$/t
Catalyst US\$/t	0.29 154.8 44.9
	2 1 2

Total raw materials: 46.9

Utilities:				
Electricity	kwh/t	7	0.06	0.4
Cooling water	m3/t	130	0.02	2.6
Process water	m3/t	1	0.2	0.2
Steam	t/t	(0.3)	12	(3.6)
Total utilities:				(0.4)

Production cost

Raw materials	US \$/t			44.9
Utilities	US \$/t			(0.4)
Variable cost	US \$/t			44.5
Operating labour	mh/t	0.18	2	0.4
Maintenance labour	mh/t	0.08	2	0.2
Maintenance cost	US \$/t	3	1	3.0
Operating supplies	US \$/t	0.8	1	0.8
Direct cost	US \$/t			48.9
Factory overheads	US \$/t	0.7	1	0.7
Taxes and rents	US \$/t	1.6	1	1.8
Insurance	US \$/t	0.8	1	0.9
R&D expenditures	US \$/t	0.8	1	0.9
Depreciation				
BBL	US \$/t	8.0	1	9.0
Off-sites	US \$/t	1.2	1	1.2
Plant gate cost	US \$/t			63.4
Sales cost	US \$/t		1	
Total cost	US \$/t			63.4
Transfer cost	US \$/t			63.4