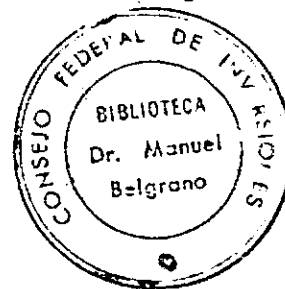




CATALOGADO



045

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA FABRICA DE  
FURFURAL A PARTIR DE RESIDUOS AGRICOLAS  
O FORESTALES

PROVINCIA DEL "CHACO"

H. 2227

CAPITULO I

FURFURAL

I N D I C E

CAPITULO I

Página

I. FURFURAL

I.1. Introducción	1
I.2. Materias Primas	3
I.3. Mercado	5
I.4. Tecnología	11
I.5. Precios	12
I.6. Esquemas de integración industrial	13
I.7. Nuevos usos	14

CAPITULO II

II. TETRAHIDROFURANO

II.1. Introducción	15
II.2. Propiedades	15
II.3. Usos	15
II.4. Mercado	16
II.5. Tecnología	17
II.6. Conclusión	18

CAPITULO III

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

III.1. Conclusiones	19
III.2. Recomendaciones	20

CAPITULO II. FurfuralI.1. IntroducciónI.1.1. Características del producto

El furfural, también llamado furfuraldehído, fural, 2- furfuraldehído o furol, es un aldehído que en estado puro, apenas destilado se presenta como un líquido incoloro o levemente amarillo pajizo, de punto de ebullición 161,7 °C y peso específico ( $d_4^{20}$ ) 1,1598.

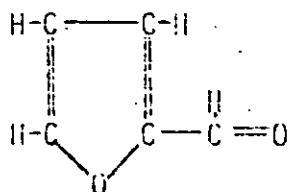
I.1.2. Usos

Descubierto por Dobereiner en 1832, se lo comenzó a producir industrialmente en Estados Unidos en 1922 y las continuas disminuciones de su precio estimularon el desarrollo de su mercado.

Se lo utiliza actualmente en la refinación de aceites lubricantes; como materia prima intermedia en la fabricación de productos químicos; en la preparación de resinas de moldeo y otros polímeros. Otros usos posibles son insecticida, herbicida, etc.

I.1.3. Propiedades químicas

El furfural tiene la siguiente fórmula estructural:

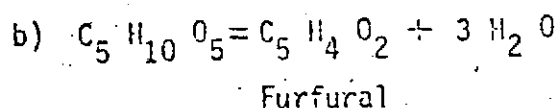
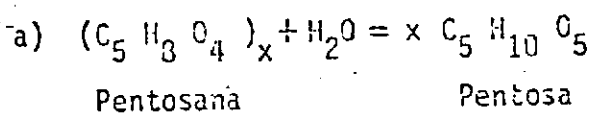


Compuesto heterocíclico de cinco átomos de carbono, un sistema de dobles ligaduras conjugadas, un grupo etérico y otro aldehído, se lo considera químicamente un miembro de la familia del furano.

2.

I.1.4. Obtención industrial

Se lo obtiene industrialmente por hidrólisis ácida de materiales vegetales, mediante la deshidratación de las pentosas generadas por las pentosanas del tejido vegetal, según la siguiente reacción general:



Desde una perspectiva química, cualquier material agrícola o forestal puede convertirse a furfural en razón del contenido en pentosanas que los tejidos vegetales poseen.

Pero desde una óptica industrial, son relativamente pocos los materiales seleccionables, dado que las facilidades de transporte y almacenamiento, regularidad en el abastecimiento, propiedades mecánicas y físicas de la materia prima, son factores -entre otros- que inciden en el costo unitario del producto y por ende en su precio de venta.

El cuadro Nº 1 transcribe los rendimientos teóricos e industriales del furfural para diferentes materias primas, calculadas como porcentaje sobre materia seca.

	Rendimiento teórico (%)	Rendimiento industrial (%)
Harvo de maíz	23-24	10-11
Cascarilla de avena	21-23	10-11
Cascarilla de algodón	20-23	9,6
Bagazo de caña de azúcar	19-20	9,5
Expeller de aceituna	14-15	6,8
Aserrín detanizado	9-10	6-7
Cascarilla de arroz	12-13	6,1

3.

## I.2. Materias primas utilizadas

### I.2.1. Extranjeras

Esta aptitud de las pentosas de generar furfural, ha determinado que la materia prima de elección en cada país productor haya estado ligada a cultivos propios de cada región: cascarilla de avena en Estados Unidos, aserrín detanizado en Rusia y Suecia, escamas de abedul en Finlandia, etc.; siendo también posibles materiales cascarilla de café en Colombia; cáscara de coco en Brasil, etc.

### I.2.2. Nacionales

La materia prima utilizada en la única planta que actualmente funciona, es el aserrín de quebracho agotado.

Anteriormente, se había utilizado cáscara de semilla de algodón (Compañía General Fabril Financiera, Chaco) y mazo de maíz, (Fural SAIC, Santa Fé).

Atribuimos el uso de aserrín a la abundancia de dicho recurso, su concentración en el espacio, su disponibilidad en el tiempo y su carácter de residuo industrial cuyo único uso alternativo hasta la fecha ha sido el de combustible.

Estos factores determinarían que su precio unitario fuera nulo o muy bajo, incidiendo favorablemente en la rentabilidad de la instalación.

### I.2.3. Provinciales

Las materias primas disponibles en el Chaco admiten dos orígenes:  
a) agrícolas, b) forestales.

#### I.2.3.1. Materias primas agrícolas

##### I.2.3.1.1. Cascarilla de algodón

Su oferta estaría ligada a las fábricas de aceite de algodón que funcionan en la provincia:

4:

Molinos Río de la Plata; Barranqueras  
F.A.C.A. Federación Agraria de Cooperativas Agrícolas; Fontana  
Cooperativa Agrícola Saenz Peña Ltda; Saenz Peña  
Cooperativa La Unión Ltda; Saenz Peña

I.2.3.1.2. Bagazo de caña de azúcar

Oferta localizada en el ingenio Las Palmas.

I.2.3.2. Materias primas forestales

I.2.3.2.1. Aserrín de aserradero

Disponible principalmente en aserraderos de carpintería - tornería,  
y aserraderos de durmientes, localizados preferentemente en Taco Pozo,  
Los Prentones, Corzuela, Gral. San Martín y Resistencia.

I.2.3.2.2. Aserrín de quebracho detanizado

Disponible en las siguientes fábricas de extracto de quebracho:

Quebrachales Fusionados S.A.; Fontana  
Puerto Tirol

Samuhí S.A.; Samuhí

Welbrers S.A.; La Verde

I.2.5. Conclusión primaria

Si bien la disponibilidad teórica de residuos agrícolas permitiría abastecer plantas de capacidad económica; en principio nos inclinamos hacia instalaciones alimentadas con residuos forestales.

En una etapa más avanzada del presente estudio haremos la cuantificación de los diferentes recursos - que ya sabemos suficientes - orientada a fundamentar el juicio arriba sustentado.

Pero diremos ahora que sobre los materiales agrícolas, los forestales tienen algunas de las siguientes ventajas:

Mayor cantidad

Localización puntual

Abastecimiento anual, no estacional

Bajo precio

Tecnologías ya experimentadas en el país y en el extranjero

5.

1.3. Mercado

1.3.1. Mercado interno

1.3.1.1. Mercado nacional de furfural con destino a aceites lubricantes

La propiedad particular de disolver selectivamente los aromáticos y las resinas; como también su aptitud para mejorar el índice de viscosidad y las características de oxidación de los aceites lubricantes, lo ha convertido en el solvente de elección utilizado en los modernos métodos para producir aceites lubricantes.

La extracción con furfural completa así el proceso de refinación a partir de crudo reducido de destilería, junto a otras operaciones como el desasfaltado y la hidrogenación.

La figura Nº 1 muestra la ubicación relativa de la unidad de furfural en un posible esquema de producción de una moderna refinería.

1.3.1.1.1. Estimación del consumo

En la Argentina, las tres principales empresas petroleras: YPF, Shell y Esso poseen unidades de extracción con furfural en sus destilerías de La Plata, Dock Sud y Campana respectivamente.

Según estimaciones de la Cámara Gremial de la Industria Química, para el período 1961/63, un 35% del consumo de furfural fue aplicado a aceites lubricantes.

Los cuadros Nº 2 y Nº 3 transcriben las estimaciones de consumo de furfural por empresa, para el período 1975/1985, confeccionado en base a información suministrada por dichos usuarios.

La alternativa I, consigna la estimación de consumo de furfural, para una hipótesis real de funcionamiento de las plantas, en las cuales YPF absorbe los incrementos de demanda a verificarse en la década, expandiendo su capacidad en 1980, en tanto Shell y Esso mantienen la producción a los valores de 1973 y 1974.



	1975 (tn)	1976 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)	1981 (tn)	1982 (tn)	1983 (tn)	1984 (tn)	1985 (tn)
Y.P.F. (1)	500	500	500	500	900	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SHELL (2)	180	130	130	130	130	130	100	130	130	130	100
ESSO (3)	185	185	185	105	185	185	185	135	185	185	135
TOTAL	865	865	865	865	1.265	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365

CUADRO n° 2

CONSUMO DE FURFURAL DESTINADO A LUBRICANTES

ALTERNATIVA I

- (1)
- (2) Consumo medio: 15 tn/mes.
- (3) Media entre 170 - 200 tn/año.

	1975 (tn)	1975 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)	1981 (tn)	1982 (tn)	1983 (tn)	1984 (tn)	1985 (tn)
Y.P.F. (1)	500	500	500	500	900	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SHELL (2)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
ESSO (3)	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
TOTAL	1.100	1.100	1.100	1.100	1.500	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600

CUADRO N° 3

CONSUMO DE FUFURAL DESTINADO A LUBRICANTES.

ALTERNATIVA II

(2) Trabajando a 100% de capacidad.

(3) Trabajando a 100% de capacidad.

6.

La alternativa II consignó la estimación del consumo para YPF operando según sus planes; en tanto Shell y Esso operan al máximo. Pensamos que esta hipótesis puede darse en alguno de los años del período, especialmente en los últimos, pero no en el primer tramo: 1975/80.

### I.3.1.2. Mercado de otros usos

La presencia de un grupo aldehído, de una ligadura etérica, y un sistema de dobles ligaduras conjugadas simultáneamente, determina que la molécula de furfural sea altamente reactiva.

Existen de tal modo varios sitios en ella para reaccionar con otros compuestos. Reacciona como un aldehído para dar reacciones de sustitución con los átomos de hidrógeno del anillo o mediante la acción del grupo aldehído o del sistema dieno-aldehído pueden formarse resinas, en tanto la ligadura etérica provee un punto en el cual el anillo puede romperse para dar compuestos de cadena recta.

#### I.3.1.2.1. Estimación del consumo

La posibilidad de formar productos de condensación con muchos tipos de compuestos, tales como aminas, fenol, urea, etc. hace que sea posible la formación de resinas furfúricas adecuadas a usos específicos, mejor adaptadas que sus competitivas.

Este es el caso de las resinas derivadas del furfural destinadas a la fabricación de abrasivos.

La ya citada Cámara Gremial de la Industria Química asigna una participación del 15% para el período 1961/68 y del 5% para 1969/71, del furfural destinado a otros usos: abrasivos, galvanoplastia.

Nosotros haremos una estimación provisoria de la dimensión de este sector del mercado, adoptando una participación del 15%. Por no presentar este sector las características del rubro lubricantes (fundamentalmente programación de la producción a largo plazo), se ha analizado el período 1975/80 para dos alternativas de consumo: cuadros N° 3ay N° 4.

	1975 (tn)	1976 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)
OTROS USOS	153	153	153	153	223	240

CUADRO N° 3 a.

CONSUMO DE FURFURAL DESTINADO A OTROS USOS

ALTERNATIVA I

	1975 (tn)	1976 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)
OTROS USOS	194	194	194	194	265	282

CUADRO Nº 4

CONSUMO DE FURFURAL DESTINADO A OTROS USOS

ALTERNATIVA II

7.

### I.3.1.3. Estimación del mercado total

De lo expuesto en I.3.1.1. y en I.3.1.2. surgen los valores del consumo estimado de furfural para el período 1975/80. No extendemos la estimación al período 1931/35 en razón que los consumidores responden a dos tipos muy diferentes:

- a) el mercado de lubricantes está constituido por pocas empresas industriales de gran volumen de producción, tecnología compleja, elevado volumen de ventas e inversión.
- b) el mercado de otros usos está constituido por muchas empresas industriales de mediana o pequeña magnitud y producción especializada.

Son las características particulares del segundo mercado y las fluctuaciones que éste ha tenido en el período 1961/71 la que no hacen aconsejable su extensión más allá del período elegido.

#### I.3.1.3.1. Conclusión

Los cuadros N° 5 y N° 6 indican la estimación del consumo de furfural para el período 1975/80.

Resultan así, dos valores finales estimados para 1980, una alternativa considerada como la más probable (I), la otra como posible en determinadas condiciones.

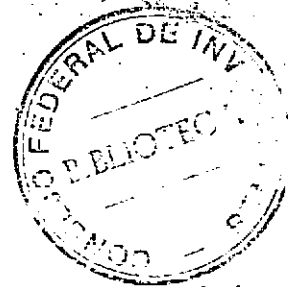
Alternativa I : 1605 toneladas.

Alternativa II: 1882 toneladas.

### I.3.2. Proyección de la demanda

Con el fin de contrastar los anteriores resultados, obtenidos por informaciones suministradas por los principales consumidores, con datos logrados en base a métodos matemáticos sencillos, se decidió realizar proyecciones de la demanda futura por tres métodos diferentes:

- a) por el crecimiento histórico del consumo.
- b) por el crecimiento del consumo per cápita.
- c) por proyección lineal.



	1975 (tn)	1976 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)
LUBRICANTES	865	865	865	865	1.265	1.365
OTROS USOS	153	153	153	153	223	240
TOTAL	1.018	1.018	1.018	1.018	1.488	1.605

CUADRO Nº 5

ESTIMACION DEL CONSUMO DE FUFURAL

ALTERNATIVA I

	1975 (tn)	1976 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)
LUBRICANTES	1.100	1.100	1.100	1.100	1.500	1.500
OTROS USOS	191	194	194	194	265	292
TOTAL	1.294	1.294	1.294	1.294	1.765	1.792

CUADRO Nº 6

ESTIMACION DEL CONSUMO DE FURFURAL

ALTERNATIVA II



8.

La restricción principal para la aplicación de estos métodos consistió en la imposibilidad de obtener datos de producción oficiales actualizados a 1974, trabajándose en consecuencia sobre información correspondiente al período 1961/70, que consta en el cuadro N° 7.

#### I.3.2.1. Crecimiento histórico del consumo

El cuadro N° 8 indica el consumo proyectado al año 1980 para una tasa de crecimiento anual del 9,3 %.

El consumo así estimado para 1980 es de 2690 toneladas.

#### I.3.2.2. Consumo per cápita

El consumo por persona fue de 59,9 grs, en 1970. Bajo el supuesto conservador de que el consumo por habitante en la década 1971/80 tenga similares características al verificado en la década 1961/70, se ha elaborado el cuadro N° 9.

Adoptamos para esta estimación la hipótesis III de crecimiento de población realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (fecundidad intermedia baja).

Resulta así un consumo para 1980 de 93,2 grs. por habitante que corresponden a 2522 toneladas.

#### I.3.2.3. Proyección lineal

Se procesó por el método de mínimos cuadrados, mostrando el cuadro N° 10 y el gráfico N° 1 los resultados obtenidos.

Para 1980, el consumo previsto es de 2495 toneladas.

#### I.3.3. Discusión de los resultados

En tanto las estimaciones hechas en base a proyecciones de demanda a 1980 dan resultados aceptablemente compatibles entre sí, la comparación entre el valor promedio de éstos: 2565 toneladas (cuadro N° 11) y los valores de estimación de demanda difieren sensiblemente.

AÑO	PRODUCCION (tn)	IMPORTACION (tn)	EXPORTACION (tn)	CONSUMO Aparente (tn)
1961	428	-	-	428
1962	539	-	-	539
1963	563	-	-	563
1964	610	-	-	610
1965	640	-	-	640
1966	695	74	-	769
1967	215	184	-	400
1968	595	201	-	796
1969	700	254	-	1.044
1970	1.100	253	-	1.432

CUADRO N° 7

FURFURAL

Consumo Aparente

AÑO	DEMANDA (en)
1971	1.211
1972	1.323
1973	1.445
1974	1.531
1975	1.723
1976	1.884
1977	2.069
1978	2.252
1979	2.451
1980	2.690

CUADRO N° 3

FURFUMAL

Proyección de la demanda

- según crecimiento histórico del consumo -

AÑO	DEMANDA (bn)
1971	1.522
1972	1.623
1973	1.723
1974	1.834
1975	1.943
1976	2.054
1977	2.163
1978	2.234
1979	2.342
1980	2.522

CUADRO Nº 9

FURFURAL

Proyección de la demanda

- según crecimiento del consumo per cápita -

AÑO	DEMANDA (tn)
1971	1.431
1972	1.518
1973	1.605
1974	1.733
1975	1.900
1976	2.017
1977	2.134
1978	2.251
1979	2.353
1980	2.435

CUADRO Nº 10

FURFURAL

Proyección de la demanda

- según proyección lineal -

ARO	DEMANDA (tn)
1971	1.388
1972	1.498
1973	1.613
1974	1.732
1975	1.357
1976	1.935
1977	2.121
1978	2.262
1979	2.390
1980	2.565

CUADRO Nº 11

FURFURAL

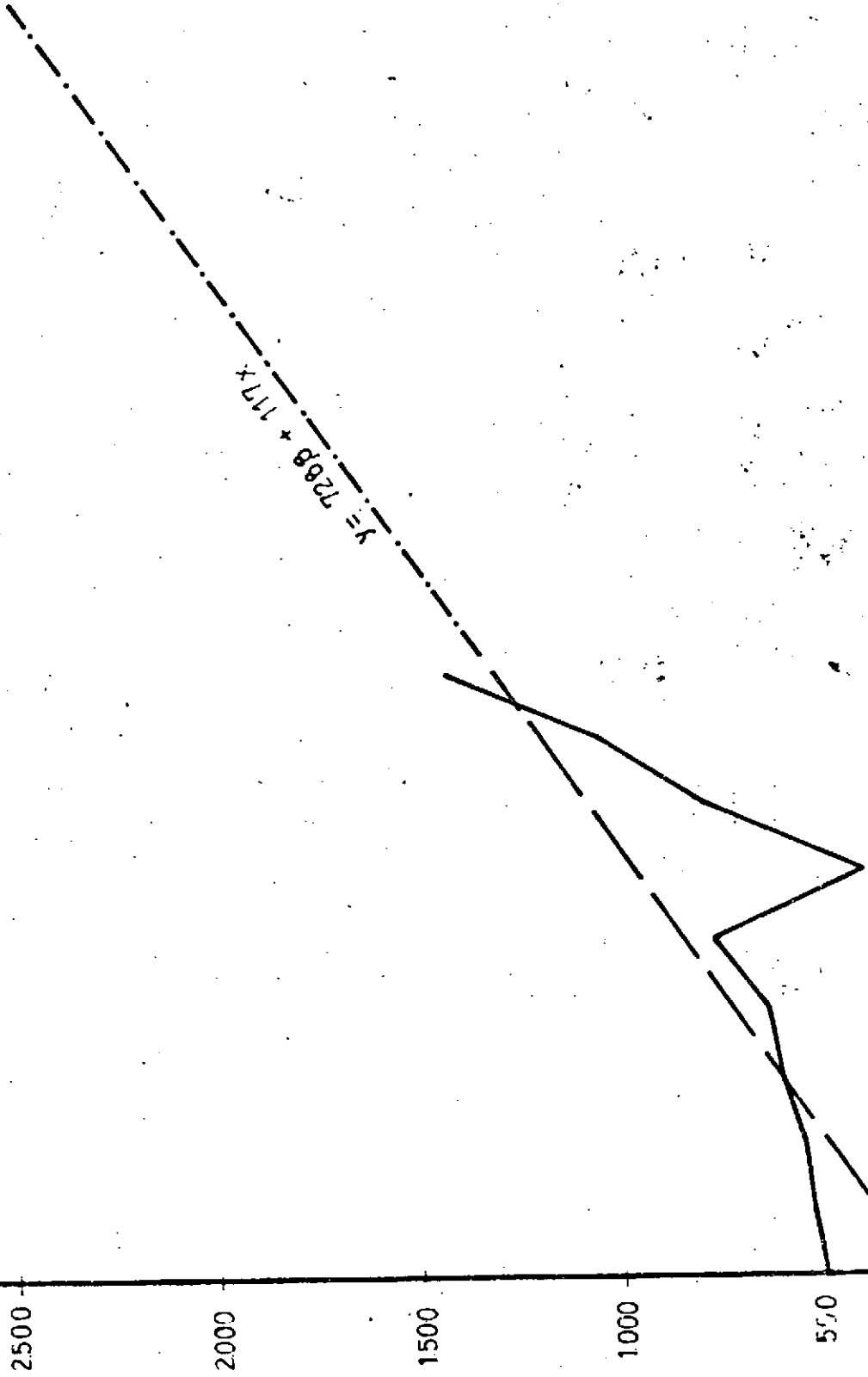
Proyección de la demanda

- valor promedio -

GRAFICO N° 1

FEDERAL

Consumo y Proyección de la demanda



9.

Para la alternativa I

2.565 tn. - 1.600 tn. = 965 tn.

Para la alternativa II

2.565 tn. - 1.900 tn. = 665 tn.

Esta diferencia entre los valores estimados y los calculados se debe -a nuestro juicio- a la siguiente razón:

El furfural en la Argentina es utilizado como solvente industrial principalmente, por lo tanto una vez utilizado se lo recupera reintegrándolo al ciclo.

La cantidad necesaria de furfural anual será aquella que permita recuperar: a) las pérdidas en el proceso y b) las pérdidas en el aceite.

Así, en condiciones ideales, el consumo toma la forma de una función constante que presenta saltos bruscos ligados a los aumentos de capacidad de las plantas. Sobre estos datos se han hecho las estimaciones de consumo.

Pero en esta información suministrada por las empresas no se han incluido las cantidades de furfural destinadas a formación de stocks, de difícil estimación en razón de las características del proceso del cual forma parte.

Y son estas cantidades de producto, comoradas pero no consumidas realmente, las difíciles de cuantificar por lo aleatorio de las variables involucradas, las causantes de las diferencias observadas.

A título de ejemplo, diremos que YPF cuando inició en 1971 la producción de lubricantes utilizando furfural, "consumió" 800 toneladas, de las cuales 400 tn formaron parte del inventario de planta.

O sea que en las estimaciones suministradas aparece sólo el furfural de proceso, y no el furfural de stock, siendo este último componente el responsable de las diferencias.



10.

### I.3.3.1. Demanda proyectada-Producción-Consumo

La falta de datos oficiales sobre producción en el período 1970/74 impidió que las proyecciones se realizaran incorporando esas cifras al consumo histórico. De tal modo que tales series prospectivas arrojan para 1974 una demanda promedio de 1.732 tn.

Consultada la única empresa que actualmente opera en el país: Indunor S.A.C.I.F.I.F. se nos indicó que la cifra de producción para los últimos dos años (1973 y 1974) eran aproximadamente 1.700 tn. El consumo aparente para 1974 no ha podido ser completado en razón de que a la fecha no obran los datos de importación del año completo. La importación de los seis primeros meses de 1974 fue de 5 kgs, razón por la cual la incidencia de este ítem del consumo para el año completo es irrelevante.

Se observa entonces que los valores proyectados de demanda con los valores reales de consumo prácticamente coinciden.

### I.3.4. Capacidad Instalada - Demanda

La capacidad máxima de producción de Indunor en La Escondida, Chaco es de 1.800 tn. año. Esta próxima a entrar en funcionamiento una nueva planta, perteneciente a Samuhí S.A. localizada en Samuhí, Chaco, con una capacidad inicial de 360 tn/año.

Se habría presentado ante la Secretaría de Desarrollo Industrial otro proyecto -de pequeña magnitud- con capacidad aún no definida.

El gráfico N° 2 indica la evolución de la capacidad instalada y su relación con la demanda proyectada, valor promedio que hemos estimado.

En él se observa que la función demanda corta a la función capacidad instalada entre los años 1974 y 1975.

En el período 1973/80 se genera un mercado del orden de las 600 tn. La capacidad de Samuhí en 1980 será de 540 tn.

Podemos entonces decir esquemáticamente, que hasta 1975 Indunor satisface la demanda con la utilización mínima de su capacidad, y los

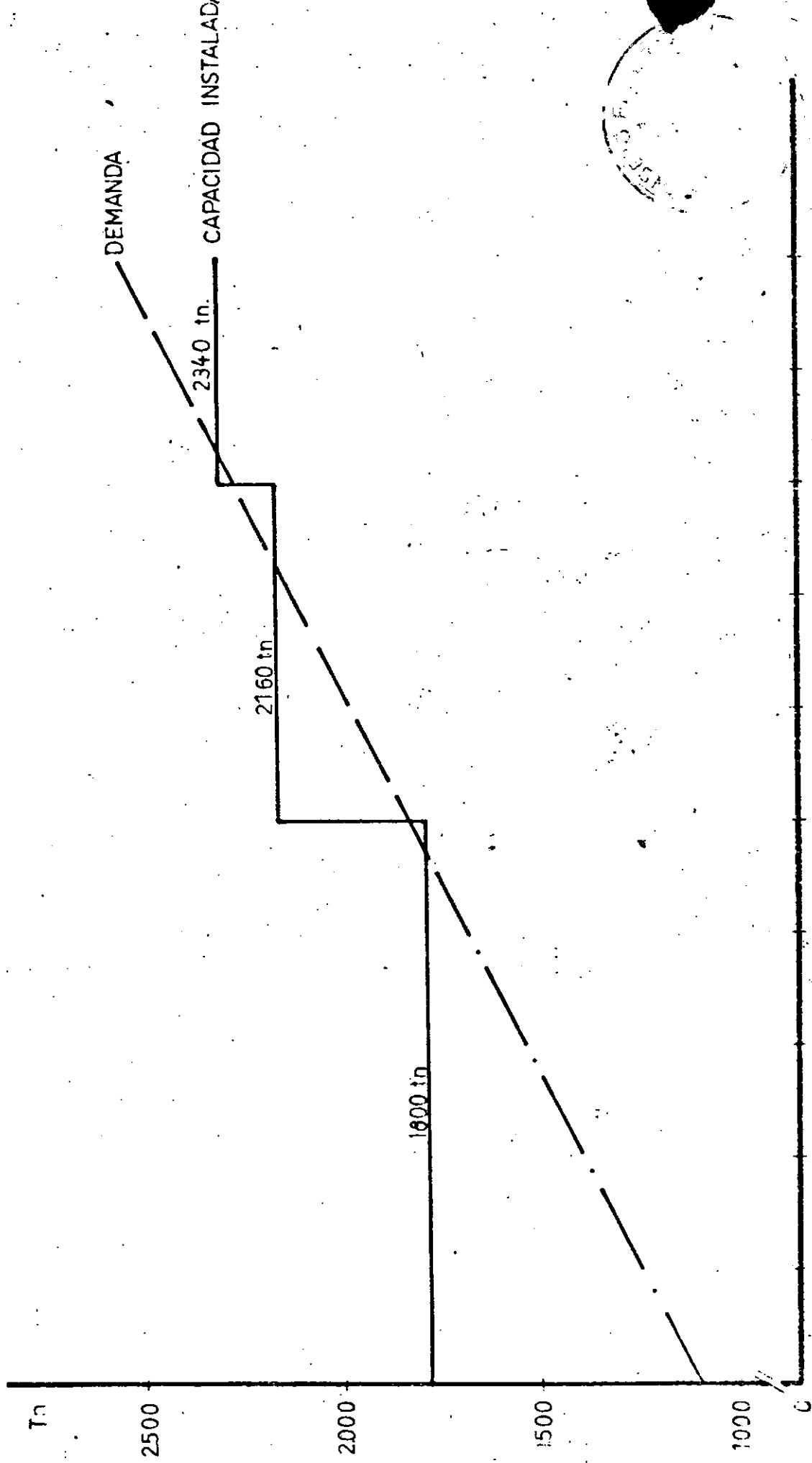
	1970 (tn)	1971 (tn)	1972 (tn)	1973 (tn)	1974 (tn)	1975 (tn)	1976 (tn)	1977 (tn)	1978 (tn)	1979 (tn)	1980 (tn)
HIDUROR	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
SARUHI	-	-	-	-	-	360	360	360	540	540	540
TOTAL	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	2.160	2.160	2.160	2.340	2.340	2.340

FURFURAL

CAPACIDAD INSTALADA

GRAFICO N° 2  
FURFURAL

Capacidad instalada y demanda



11.

I.3.4. Conclusión

La demanda insatisfecha para 1980 se estima en 226 toneladas.

I.4. Tecnología

I.4.1. Tipo de proceso

Los diferentes métodos de producción, consisten básicamente en las siguientes etapas: impregnación de la materia prima, hidrólisis, destilación y purificación. Operaciones y procesos incluidos en plantas con tinas o semicontinuas, diseñadas para trabajar con diversas materias primas.

I.4.2. Origen de los métodos

I.4.2.1. Fuera del país

Una de las características especiales del furfural es que es uno de los pocos productos químicos que no ha podido ser fabricado por métodos petroquímicos.

Su generación se puede basar solamente en desechos fibrosos agrícolas o industriales, habiendo fracasado los esfuerzos para sintetizarlo a partir de los ácidos fumárico y maleico.

Si se tratara de aproximar el tipo de equipo utilizado para furfural a algún tipo de equipo utilizado en la industria química, podría decirse que es similar al usado en la producción de pasta química y semi-química.

Los procedimientos de fabricación y los consiguientes equipos han sido desarrollados en los países centrales industrializados: Estados Unidos, Inglaterra, Finlandia, Suecia, Italia, Rusia, Japón, etc.

Existen por tanto numerosas patentes o procesos desarrollados por compañías privadas que estarían disponibles para su adopción o adaptación en caso se llegara a la conclusión de que la alternativa más conveniente es la adquisición directa de tecnología.

12.

Mencionaremos algunas de las empresas que han desarrollado procesos industriales con plantas actualmente funcionando:

Quacker Oats, Estados Unidos.

Rosenlew Co., Finlandia.

Aktiebolaget Defibrator, Suecia.

#### I.4.2.2. Dentro del país

La única planta que actualmente funciona, Indunor, lo hace con tecnología sueco-italiana.

Pensamos que se trata de un proceso similar al patentado en Estados Unidos por la empresa sueca Aktiebolaget Defibrator, apto para procesar residuos forestales.

#### I.4.3. Producción nacional - Producción mundial

Causa alguna sorpresa cuando se comparan las cifras mundiales de producción con las nacionales. Así en 1969 se estimaba en 100.000 tn. en tanto para ese año el consumo nacional fue del orden de las 1.000 tn.

La producción y el consumo nacionales resultan así despreciables cuando se los compara con las cifras mundiales localizadas en Estados Unidos, Europa y Japón.

#### I.5. Precio interno - precio externo

El cuadro Nº 12 transcribe el precio del producto nacional en el período 1971/1975.

<u>Año</u>	<u>\$/Tn.</u>
1971	2.588,44
1972	2.583,44
1973	6.500,00
1974	9.500,00
1975	13.500,00 + 13% IVA

13.

El precio a la fecha del furfural comercializado por Indunor está libre, no sujeto a las disposiciones de la Secretaría de Estado de Comercio Interior y con el valor consignado en el cuadro anterior.

El precio del furfural de importación es U\$S 1.600/tn CIF.

Si se considera que tributa un derecho de importación del 90%, su precio FOB debe ser inferior. Y ligado a ello, los costos de producción en los países productores.

I.6. Esquemas de integración industrial

Las plantas de furfural pueden presentar esquemas industriales diversos: a) integrados a instalaciones de las industrias alimenticias, azucarera, maderera, celulósica, química y otras; b) constituyendo plantas independientes.

En el caso de la planta de Indunor, se debe recordar que el objeto principal de ese conjunto productivo es la obtención de extracto de quebracho.

La planta de furfural actualmente en operación es de reciente data. Es una instalación continua, automatizada, con un balance energético interno bien concebido y una dimensión comparable a las vigentes internacionalmente.

Y en tanto la demanda de furfural en el mercado interno ha ido en continuo aumento, la demanda de extracto de quebracho en el mercado internacional-destinatario principal del producto-ha decreetado sensiblemente.

La aparición de otros curtientes y de productos sintéticos obtenidos por otras vías como el caucho sintético y los plásticos, ha dificultado de tal modo la colocación de curtientes vegetales en el exterior, que el volumen de sus exportaciones pasó de 159.243 tn. en 1964 y a 53.399 tn. en el año 1974.

Pensamos entonces, que esta difícil perspectiva de comercialización del extracto hace cada vez mas interesante la instalación de plantas de furfural- en la medida que la demanda lo permita- junto a las plantas exis

14.

ción en su conjunto.

Tal sería el caso de Samuhí, que agrega una planta de furfural a su complejo de tanino y madera aglomerada.

## I.7. Nuevos usos

### I.7.1. Aceites vegetales

La propiedad ya señalada acerca del elevado poder solvente del furfural en el procesamiento de aceites minerales y fraccionamientos de sus diferentes componentes, también se manifiesta respecto de los aceites vegetales.

Disuelve selectivamente los ácidos grasos y glicéridos u otros ésteres en razón del aumento de la solubilidad de los productos grasos líquidos en un solvente a medida que aumenta la insaturación o disminuye el peso molecular.

El furfural -solvente polar- reúne las máximas cualidades de acción frente a los ácidos insaturados, superando a otros como el acetaldehído, anhídrido acético, maleato de etilo, fosfato de trietilo, etc. Pero por ser parcialmente miscible con los glicéridos a temperatura ordinaria, debe mezclárselo para el tratamiento de los ácidos grasos y sus monómeros, con un disolvente no polar pudiendo utilizarse para esta fin nafta de petróleo.

En Estados Unidos se ha utilizado el furfural en la extracción a escala industrial y semi-industrial de aceites de lino y soja.

En nuestro país, los solventes utilizados en los procesos de extracción, son solventes del tipo hexano comercial, es decir solventes parafínicos derivados del petróleo.

Se estima que el mercado de solventes oleaginosas vegetales puede constituirse en un interesante sector del mercado por analizar no bajo la hipótesis de sustituir un solvente por otro sino de complementario: mezclar hexano/furfural.

CAPITULO II

TETRAHIDRO FURANO



CAPÍTULO II

II. Tetrahidro furano

II.1. Introducción

Se estimaba a 1969 que alrededor de los 2/3 de la producción mundial de furfural se lo convertía a derivados. Entre ellos, los mas importantes eran los productos de hidrogenación: como alcohol furfurílico, alcohol tetrahidrofurfurílico y a  $\alpha$ -metilfurano.

Seleccionando el catalizador y las condiciones de reacción adecuados, pueden obtener de este modo, los diferentes productos de hidrogenación.

Entre esos derivados, se advertía una demanda creciente para alcohol furfurílico, utilizado en la fabricación de resinas furánicas modificadas, productos de condensación de formaldehído o urea con furfural o alcohol furfurílico.

Combinan las ventajas de las resinas amónicas -alta reactividad- con la buena resistencia térmica de las resinas fenólicas, habiendo encontrado un uso de promisorio futuro en las modernas técnicas de fundición.

II.2. Propiedades físicas y químicas

El tetrahidrofurano (THF), es un líquido incoloro con olor característico de éter.

Es un compuesto muy reactivo, que da reacciones de hidrogenación, oxidación, deshidratación, clorinación, hidroclorinación, polimerización, etc.

II.3. Usos

Se los utiliza como solvente industrial en la fabricación de policloruro de vinilo y copolímeros de cloruro de vinilideno: como materia prima en la producción de fibras sintéticas (nylon) y elastómeros de poliuretano.

Durante la 2ª guerra europea, la deshidratación del tetrahidrofurano a butadieno fue utilizada en gran escala en Alemania, como parte de su programa de caucho sintético. Así, se estima que un quinto del total de la producción fue butadieno ex-tetrahidro furano.

En Estados Unidos, también durante la 2ª guerra, se instalaron dos plantas con una capacidad de 16.000 tn/año de furfural destinado a caucho sintético.

II.4. Mercado

II.4.1. Mercado mundial

La demanda mundial de THF creció rápidamente en los últimos años, razón por la cual se han instalado plantas en diferentes países industrializados.

II.4.2. Mercado nacional

La discusión referente a las posibles materias primas para THF, no tiene en nuestro país las implicancias que puede tener en E.E.U.U. Europa o Japón.

En la Argentina, aún no se produce anhídrido maleico, otra materia prima eventual aunque se preve la instalación de una planta hacia 1980.

II.4.2.1. Situación de este mercado

Sorprende cuando se compara la cantidad mencionada - aproximadamente 70.000 tn/año o más - de furfural destinado a materia prima química industrial con la prácticamente nula cantidad orientada a este destino, ya que se lo utiliza primordialmente como material de proceso.

Dado que no existe producción nacional de derivados, el consumo interno estará dado por el volumen de las importaciones, las que se consiguan en el cuadro N° 13, para el período 1966/73.

De la observación del cuadro, surge que excepto el tetrahidrofurano y los alcoholes furfúricos (la nomenclatura no especifica cuales) los volúmenes de importación no llega a cifras industrialmente significativas.

Por lo dicho, se analizaron en II.2., II.3. y II.4. algunas características técnicas y de mercado del producto tetrahidrofurano, en razón de la importancia que pueda adquirir éste, en el mercado interno los próximos años.

#### II.4.3. Proyección del consumo

Se ha proyectado el consumo de tetrahidrofurano hasta 1980, quedando consignado en el gráfico N° 3 y el cuadro N° 14.

El consumo estimado de THF en el año 1980 será de 420 toneladas.

##### II.4.3.1. Necesidad de furfural para alimentar una planta de THF.

Se han calculado las necesidades de furfural necesarias para producir el tetrahidrofurano cuyo consumo se preve. Queda consignado en el cuadro N° 15, y representa el consumo de furfural equivalente al tetrahidrofurano a consumir.

Se advierte que las cifras del cuadro deben tomarse como mínimas teóricas, para un 100% de rendimiento de la reacción y 100% de rendimiento de proceso.

#### II.5. Tecnología

En tanto el furfural es uno de los pocos productos químicos que hasta la fecha no ha podido sintetizarse vía petroquímica como ya se dice mas atrás, su derivado el THF, sí.

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
URANO	-	-	-	-	-	1	5	-
TETRAHIDRO FURANO	6.850	15.748	137.833	99.565	160.418	129.167	153.233	154.119
ALCOHILES FURFURILICOS	24.399	457	241	2.710	3.415	13.760	13.000	11.315
OTRO FURAZONA	1.800	31	2.325	310	1.965	1.560	2.025	253
MITRO 2 DIACETATO FURFURAL	3.190	-	-	-	-	-	-	-
TETRAHIDRO FURFURILICO EL POLIETILENICO	650	400	-	-	2	2	-	-
MITRO 5 MITRO 2 FORMALDEHIDA	23	-	9	26	9	13	11	16
OTROS DERIVADOS DEL FURANO	395	351	314	1.786	2.983	2.768	6.583	3.418

CUADRO N° 13

CONSUMO NACIONAL APARTE DE DERIVADOS DEL FURANO (KG)

Kg  
500.000

400.000

300.000

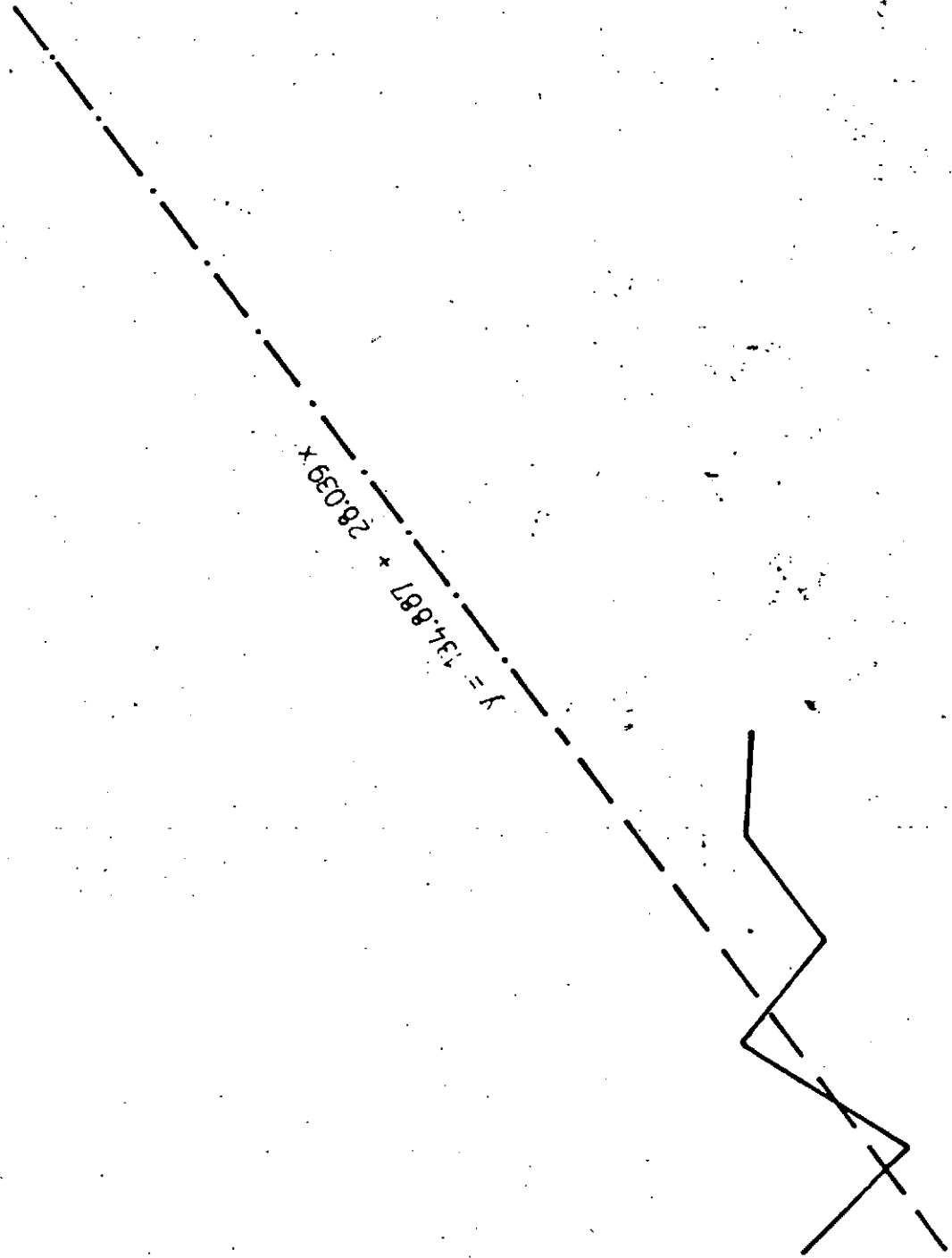
200.000

100.000

GRAFICO N° 3

TETRAHIPOFURANO

Consumo y proyección de la demanda



AÑO	DEMANDA (tn)
1975	230
1976	308
1977	336
1978	354
1979	392
1980	420

CUADRO Nº 14

TETRAHIDROFURANO

Proyección de la demanda

ANO	DEMANDA (tn)
1975	331
1976	419
1977	457
1978	495
1979	533
1980	572

CUADRO Nº 15

FURFURAL

Necesidad equivalente

Por lo tanto se plantea un problema de competencia entre dos materias primas: una de origen agrícola, la otra de origen mineral, jugando como variables preponderantes precio y facilidad de abastecimiento.

Sin embargo, la sustitución del furfural por anhídrido maleico - producto petroquímico - no aparece claramente como una alternativa claramente favorable y no sabemos cómo la crisis del petróleo la habrá afectado.

#### II.6. Conclusión

La demanda de furfural destinado a materia prima química de tetrahidrofurano, se estima en 572 toneladas en el año 1980.



CAPITULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IIIIII.1. Conclusiones

De lo expuesto en los capítulos referidos a furfural y tetrahydrofurano, surgen las siguientes conclusiones.

- III.1.1. La demanda interna de furfural con destino a aceites lubricantes y demás usos se encuentra actualmente satisfecha.
- III.1.2. La demanda interna insatisfecha de furfural con destino a aceites lubricantes y demás usos tendrá una dimensión en 1990 de 226 toneladas.
- III.1.3. La demanda interna de furfural con destino a la producción de tetrahydrofurano -actividad aún no existente en el país- alcanzará una dimensión en 1975 de 381 toneladas.
- III.1.4. La demanda interna de furfural equivalente al tetrahydrofurano a consumir en 1990 será 572 toneladas.
- III.1.5. La dimensión del mercado posible de satisfacer en 1990 será de  $226 \text{ tn} + 572 \text{ tn} = 798 \text{ tn}$ .
- III.1.6. Una demanda potencial de 798 tn constituye una dimensión que justifica la instalación de una planta de capacidad económica = 1.000/ 1.500 tn /año, que inicie la operación industrial hacia 1979/80, bajo la siguiente hipótesis de asignación de la producción:
- Mercado interno de furfural: 30%
  - Mercado interno de furfural para tetrahydrofurano: 70%.
- Para una planta destinado el 100% de su producción al mercado nacional.
- III.1.7. Este esquema puede modificarse en caso de detectar demandas insatisfechas de furfural, tetrahydrofurano u otros derivados en el mercado externo.



### III.2. Recomendaciones

Se considera necesario profundizar el análisis sobre la disponibilidad de materias primas de origen forestal en la provincia; sobre las características del mercado externo de furfural e interno y externo de algunos de sus derivados y sobre la existencia de tecnologías aptas para producirlos.

Por lo dicho, se considera necesario -en caso de considerarse procedente- la realización de los siguientes estudios:

#### III.2.1. Materias Primas

III.2.1.1. Determinación de la cantidad y características de los residuos de origen forestal: aserrín de aserradero y aserrín de quebracho detanizado, disponibles en la provincia del Chaco para ser utilizados como materia prima para la fabricación de furfural.

#### III.2.2. Mercado

III.2.2.1. Estudio de la demanda externa de furfural destinado a la producción de aceites lubricantes.

III.2.2.2. Estudio de la demanda interna y externa de a) tetrahydrofurano y b) alcohol furfurílico y alcohol tetrahydrofurfurílico.

#### III.2.3. Tecnología

III.2.3.1. Estudio de las tecnologías aptas para producir furfural, tetrahydrofurano, alcohol furfurílico y alcohol tetrahydrofurfurílico.