
FACULTAD DE QUIMICA

U.N.A.M.

**Anteproyecto Económico para la Instalación de
una Planta de Celulosa a Partir de Paja de Trigo
en el Estado de Baja California Norte**

360

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO QUIMICO

o r e s e n t a :

JORGE PEREZ RUBIO AGUILAR

México, D. F.

1976





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
AÑO 1976
FOLIOS 3
FOLIO 3

345



QUÍMICA

JURADO ASIGNADO POR LA FACULTAD DE
QUIMICA DE LA U.N.A.M.

PRESIDENTE PROF.: MARIO GUEVARA VERA.
VOCAL PROF.: EDUARDO ROJO Y DE REGIL.
SECRETARIO PROF.: JOSE LUIS PADILLA DE ALBA.
1er. SUPLENTE PROF.: JORGE ALBERTO CASTAÑARES ALCALA.
2do. SUPLENTE PROF.: ALFONSO FRANYUTTI.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: MEXICO, D. F.

SUSTENTANTE: JORGE PEREZ RUBIO AGUILAR

ASESOR DEL TEMA: ING. QUIM. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA.

MI ETERNO AGRADECIMIENTO A MIS QUERIDOS PADRES

LIC. JORGE PEREZ RUBIO RINCON
SRA. GRACIELA AGUILAR DE PEREZ RUBIO

Quienes con su cariño, consejos y sacrificios hicieron
posible la realizacion de esta etapa de mi vida.

A mi querida esposa Martha Aurora, apoyo inigualable en momentos difíciles, y a mis hijitos Jorge Enrique y Noemi, motivos de mi superación.

A mis hermanos Hector, Ana Maria, Luz Maria y Ernesto con todo cariño.

A mi abuela paterna y a mi abuelo materno con todo cariño.

Al Ing. Enrique Mellado y familia por su estimulo constante y alentador.

A la Universidad Nacional Autonoma de Mexico con todo respeto
y a mis queridos maestros mi reconocimiento eterno.

A mis familiares y amigos.

I N D I C E

CAPITULO I	INTRODUCCION.- ANTECEDENTES.
CAPITULO II	ANALISIS Y EVALUACION DEL MERCADO. <ol style="list-style-type: none">1) Descripción del producto.2) Importaciones.3) Estructura del consumo.<ol style="list-style-type: none">a) Empleos del producto.b) Principales industrias consumidoras.c) Canales de distribución.4) Abastecimiento actual en el mercado.<ol style="list-style-type: none">a) Estructura de precios.b) Distribuidores.c) Materias primas.5) Proyección a la demanda.6) Determinación de la capacidad de la planta
CAPITULO III	PROCESO DE FABRICACION Y TECNOLOGIA. <ol style="list-style-type: none">1) Materia prima.2) Descripción del proceso.3) Descripción del equipo.4) Balance de materiales.5) Balance de energía.
CAPITULO IV	LOCALIZACION INDUSTRIAL.
CAPITULO V	EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO. <ol style="list-style-type: none">1) Determinación de la inversión fija.2) Capital de operación.3) Capital de trabajo.4) Estimación del costo anual al 100% de Cap.5) Estimación de utilidades.6) Cálculo de la rentabilidad.
CAPITULO VI	CONCLUSIONES.
	BIBLIOGRAFIA.

A) INTRODUCCION.- ANTECEDENTES.

El desarrollo económico en México, si bien no ha logrado incrementar equitativamente todas las ramas de la vasta actividad industrial; si ha sufrido cambios positivos que han variado favorablemente la producción de bienes y servicios orientada a alcanzar una industrialización acorde a las necesidades del país.

Una de las ramas que requiere de una transformación sana y armónica es la que se refiere a la producción de Celulosa. Esta substancia resulta básica y fundamental en diversas industrias como son: La fabricación de papel, textiles, plásticos y aglutinantes.

En el año de 1974 se apreció un déficit considerable de celulosa y papel. Con un consumo aparente de 800,000 Tons. de pulpa celulósica y 1,500,000 ton de papel, el país se vió en la necesidad de importar 250,000 ton y 300,000 ton respectivamente.

Por otra parte la brecha entre la producción de papeles y la de celulosa se hace cada vez más grande; ya que en el año de 1964, las celulosas producidas en el país

representaron el 53% de la producción de papeles, siendo en 1973 de un 46%.

Lo anterior indica que en lo que se refiere a materias primas en la industria del papel, existe día a día una mayor dependencia con el exterior. Este factor - significó en 1974 una fuga de divisas del orden de 600 millones de pesos.

No obstante que México es un país que cuenta con un gran potencial de materia prima almacenada en sus bosques, la falta de un sistema jurídico que proporcione una legislación adecuada sobre bosques no permite la explotación racional de los mismos. Esto ha propiciado que actualmente los costos de obtención de recursos maderables sean los más altos del mundo. ↵

En suma, el creciente consumo de celulosa para la producción de satisfactores que cubran las necesidades - cada vez mayores del mercado por un lado; y el alto costo de explotación de los bosques por el otro; son factores que han obligado a investigar y desarrollar nuevas - técnicas que permitan la utilización de materias primas no maderosas para producción de celulosas aceptables -

tanto en su calidad como en su costo.

Recientemente se ha descubierto que la utilización de residuos agrícolas proporciona resultados aceptables tanto en calidad como en costo, para producir pulpas celulósicas.

Por lo anterior el objeto del presente estudio es evaluar económicamente la instalación de una planta utilizando uno de los residuos agrícolas más abundantes en nuestro país: La paja de trigo.

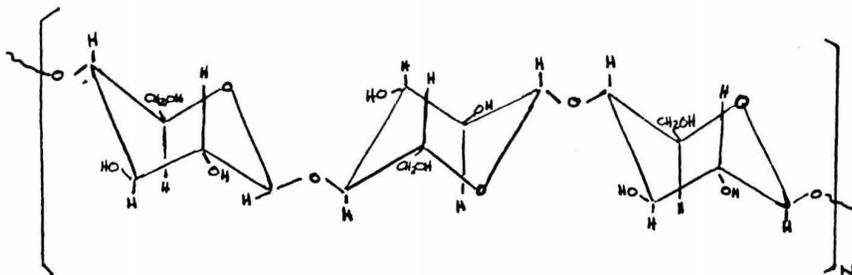
B) ANALISIS Y EVALUACION DEL MERCADO.

1) Descripción del producto.

La celulosa es el principal constituyente de la madera y de las plantas, el algodón por ejemplo es casi celulosa pura. La celulosa es insoluble en agua, es un carbohidrato no reductor. Estas propiedades se deben al menos en parte, a su extremadamente alto peso molecular.

La celulosa tiene la fórmula $(C_6H_{10}O_5)_n$. Si se somete a hidrólisis ácida completa conduce a un solo monosacárido: D-(+)- Glucosa. La hidrólisis de una celulosa - completamente metilada da: 2,3,6 - tri - 0 - metil - D - Glucosa en un alto rendimiento. Con estas características se - puede concluir que la celulosa está compuesta por cadenas de D-Glucosa, cada una unida por una ligadura de glucosido al C-4 de la siguiente.

Los métodos físicos han establecido pesos moleculares para la celulosa que oscilan entre 250,000 y 1'000,000 o sea que hay por lo menos 1,500 unidades de glucosa por - mólecula.



ESTRUCTURA DE LA CELULOSA

Debido a que cada unidad de glucosa contiene tres grupos $-OH$ libres en la molécula de celulosa, las reacciones principales de ésta se llevan a cabo en esa posición.

Estas reacciones son de una importancia industrial tremenda.

Como cualquier alcohol, la celulosa forma ésteres.

El tratamiento con una mezcla de ácido sulfúrico y ácido nítrico convierte a la celulosa en un compuesto nitrado (Binitrado o trinitrado). Este grado de nitración cambia las propiedades y usos del producto formado.

En presencia de anhídrido acético, ácido acético y un poco de ácido sulfúrico, la celulosa se convierte en un triacetato. Una hidrólisis parcial reduce algunos de los grupos acetato y reduce la cadena hasta convertirse en el compuesto llamado acetato de celulosa de gran importancia

en la industria textil.

La Celulosa se convierte en un xantato al tratarse con bisulfuro de carbono e hidróxido de sodio acuoso. Este compuesto de celulosa se disuelve en el álcali para formar una dispersión coloidal llamada viscosa, materia prima en la fabricación de rayon y celofan.

Industrialmente la celulosa se alquila por la acción de cloruros de alquilo en la presencia de un álcali. Estos éteres metílicos, etílicos y bencílicos son importantes en la producción de plásticos y textiles.

Hasta este punto se analizaron brevemente las características y propiedades generales de la celulosa. Ahora se analizará considerándola como materia prima básica para la fabricación de papel.

→ El fabricante de papel (la) obtiene en forma de pulpa fibrosa por el tratamiento químico y mecánico de algunas de las muchas sustancias vegetales que la poseen. Todos los procesos utilizados pueden considerarse esencialmente métodos de extracción, dado que el material vegetal

está hecho de fibras de celulosa asociadas con otras muchas substancias que, desde el punto de vista de la fabricación de papel, son impurezas indeseables. Estas incluyen ligninas, pectinas, resinas y ceras, materias colorantes y compuestos carbohidratados, en proporciones que varían considerablemente de acuerdo con el tipo de planta que se trate.

Los procesos de extracción resultan diferentes a las reacciones químicas en las que la celulosa se tiene como producto final. No obstante, difieren de la mayoría de los procesos de extracción en que no implican (Por regla general) la eliminación selectiva de la celulosa, sino más bien la eliminación de otros constituyentes, quedando la celulosa como residuo.

La operación de extracción se ayuda materialmente reduciendo la materia prima a piezas pequeñas, procurando al mismo tiempo tener la ventaja que representa el eliminar la mayor cantidad posible de polvo e impurezas similares, lo cual se consigue generalmente por medio de succión de aire. Estos procesos de desintegración permiten mayores cargas al digestor. Por otra parte, a menos que la pulpa se vaya a -

usar para algún propósito especial (Por ejemplo la elaboración de papeles duraderos), no es esencial un alto grado de pureza celulósica. Los principales criterios para juzgar la calidad de las pulpas para fabricación de papel son de hecho, resistencia, color y limpieza. ✎

El material objeto de este estudio es la paja de trigo cuya composición se menciona a continuación:

Hemicelulosa	19.79 %
Celulosa	56.48 %
Holocelulosa	
	76.28%
Lignina	3.99 %
Extractos totales	19.73 %
	<hr/>
Materia prima original	100.00 %

2) IMPORTACIONES.

Al efectuar un balance entre la producción racional de pastas celulósicas y las importaciones que se realizan de las mismas se observa claramente la dependencia marcada que existe en este renglón.

En 1964 las importaciones de papeles representaron el 17.7% del consumo aparente, en tanto que en 1973, sólo representaron el 15.3%.

Lo anterior quiere decir que mientras el mercado de papeles en 1973 estuvo abastecido en una proporción más alta con producción nacional, en materias primas resultó exactamente al revés, es decir, cada vez dependemos más del exterior, ya que en 1973 significó una fuga de divisas del orden de 590 millones en materias primas y 500 millones en papeles importados.

Si comparamos las importaciones de materia prima en el año de 1964 con el de 1973 encontramos que mientras en el primero representaron el 15% del consumo aparente, en 1973 representaron el 23.4%.

Debido a que el aumento de la producción de materias primas celulósicas fué inferior al aumento en la producción de papeles, se hizo indispensable realizar en 1973 importaciones complementarias del orden de 225,000 ton - cifra que es casi tres veces mayor a la del año anterior.

Esta situación deficitaria en cuanto a la disponibilidad de materias primas puede constituirse en el "cuello de la botella" para que la industria del papel sostenga el mismo ritmo de crecimiento, debido a que la escasez también se registra, si bien en menor grado, en el mercado internacional.

Las pastas celulósicas se importan bajo fracción 47.01.A.002 y requieren permiso de importación de la Secretaría de Industria y Comercio. ✎

Los datos de importación de pastas celulósicas a partir de 1970 son los siguientes:

AÑO	CANTIDAD (Kg.B)	VALOR (\$)
1970	97 021 735	216,644,683
1971	88 948 584	208,797,701
1972	103 597 971	222,927,228

AÑO	CANTIDAD (Kg.B)	VALOR (\$)
1973	225 480 281	588,302,950
1974	236 504 542	1,038,646,907
1975	295 293 181	1,694,982,858 X

Estos datos incluyen las importaciones de pasta mecánica de madera, a la sosa, con alto contenido de alfa celulosa, al sulfato provenientes de coníferas, al sulfito y otras efectuadas en menor escala. Como puede observarse~~X~~ las importaciones se mantuvieron al mismo nivel de 1970 a 1972, pero en 1973 se duplicaron. Por lo que respecta al valor de estas importaciones se observa también una similitud entre los años 1970 a 1972. En 1973 se duplicó el valor al duplicarse el volumen. En 1974 aunque el aumento en volumen no llegó a 15,000 ton el valor se duplicó debido al proceso inflacionario mundial que repercutió en todos los sectores de la actividad industrial y económica.~~X~~

El desglose de las importaciones incluyendo el país de procedencia se describe a continuación, ya que estas han variado en cantidad y procedencia.

1 9 7 0

<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
BRASIL	2 964 950	3, 574, 772
CANADA	17 872 073	27, 757, 530
CHILE	20 730 200	48, 927, 758
ESTADOS UNIDOS	48 637 390	127, 703, 358
ESPAÑA	33	404
SUECIA	6 817 090	8, 680, 861
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	97 021 735	216, 644, 683

1 9 7 1

<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
BRASIL	3 329 968	3, 940, 807
CANADA	9 572 753	16, 697, 441
ESTADOS UNIDOS	47 814 746	130, 054, 440
CHILE	19 826 400	47, 459, 635
SUECIA	8 351 717	10, 595, 626
FINLANDIA	50 000	49, 752
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	88 948 584	208, 797, 701

<u>1 9 7 2</u>		
<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B.)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
CANADA	11 210 448	19, 934, 592
CHILE	14 272 947	31, 078, 302
ESTADOS UNIDOS	62 633 159	150, 631, 212
REP. FED. ALEMANA	500 000	642, 495
SUECIA	11 166 296	15, 888, 506
BRASIL	2 757 396	3, 319, 017
JAPON	125	1, 554
FINLANDIA	1 057 600	1, 431, 550
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	103 597 971	222, 927, 228

<u>1 9 7 3</u>		
<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B.)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
BRASIL	4 295 000	5, 565, 500
CANADA	19 915 339	52, 115, 195
CHILE	23 503 222	62, 297, 703
ESTADOS UNIDOS	147 688 034	397, 732, 084
SUECIA	27 178 366	63, 987, 261
FINLANDIA	2 515 000	5, 791, 288
JAPON	54 442	189, 510

<u>1 9 7 3</u>		
<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B.)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
REINO UNIDO	<u>330 878</u>	<u>624,409</u>
TOTAL	225 480 281	588,302,950

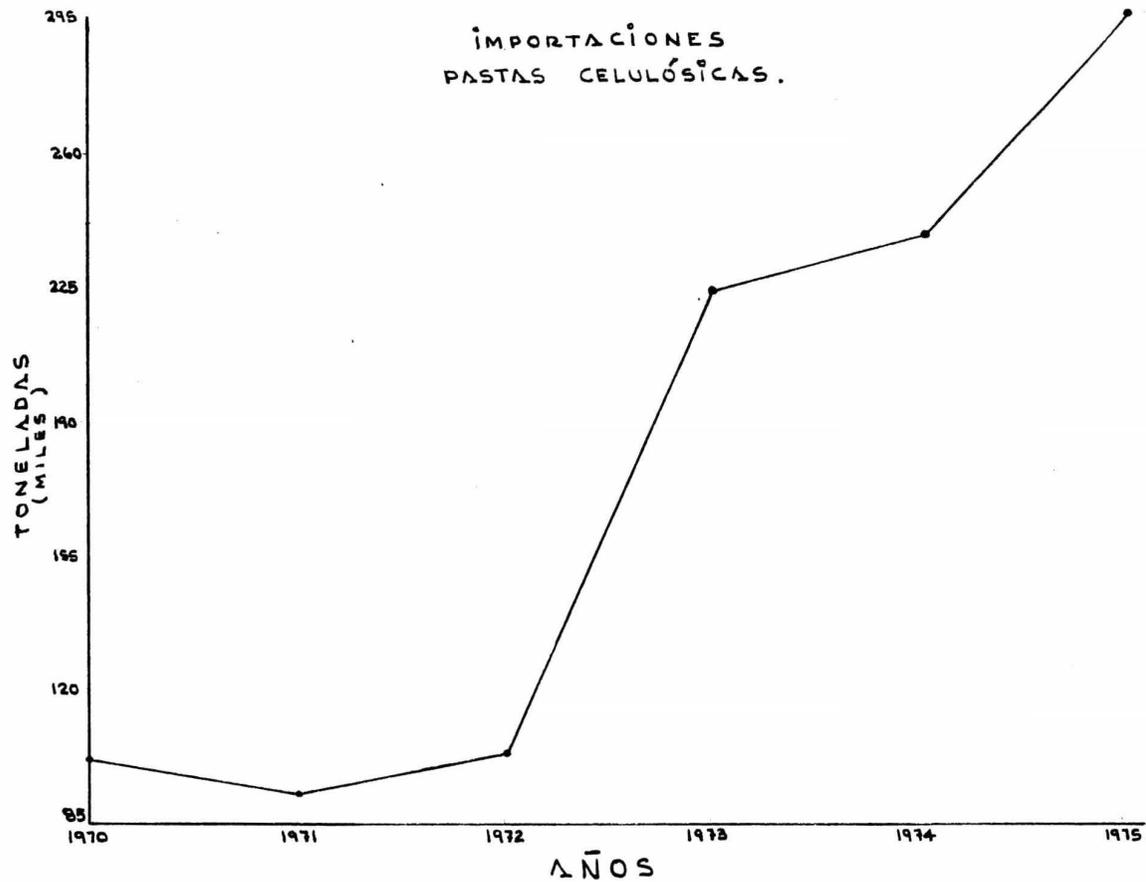
<u>1 9 7 4</u>		
<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B.)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
NORUEGA	2 200 000	5,965,815
REP. FED. ALEMANA	1 102 672	3,320,585
BRASIL	995 000	2,290,884
ESPAÑA	57 336	192,071
REINO UNIDO	400 000	1,096,383
SUIZA	1 774 331	3,978,559
CANADA	24 498 437	101,397,841
CHILE	23 655 747	132,614,183
ESTADOS UNIDOS	165 492 540	735,854,443
SUECIA	15 403 169	50,616,892
SINGAPUR	10 110	108,714
FINLANDIA	915 200	3,210,537
TOTAL	<u>236 504 542</u>	<u>1,038,646,907</u>

Al gráficar los datos anteriores se observa clara

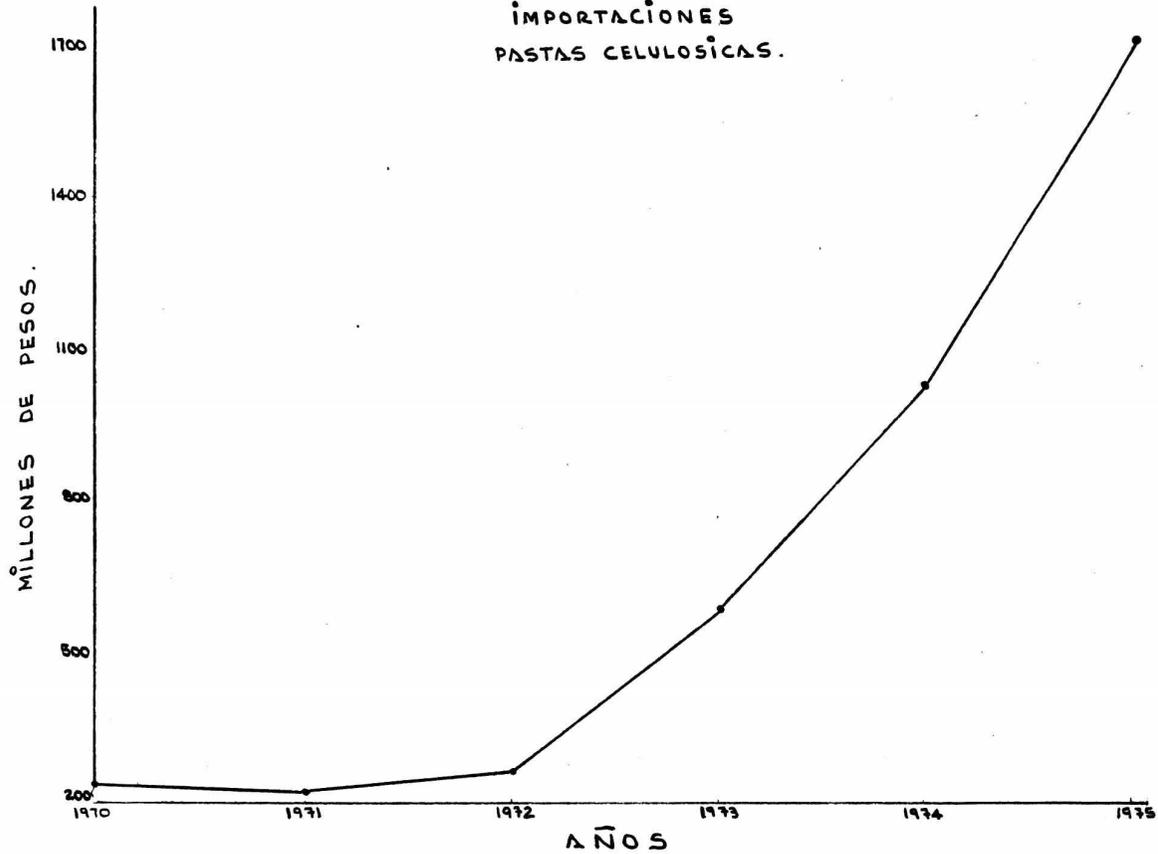
mente el hecho de que año con año ha ido aumentando nuestra dependencia con el exterior en lo que a celulosa se refiere.

1975

<u>PAIS</u>	<u>CANTIDAD (Kg. B.)</u>	<u>VALOR (\$)</u>
NORUEGA	5 905 863	35 671 413
REP FED. ALEMANA	4 429 398	24 007 337
REINO UNIDO	2 948 630	17 170 660
SUIZA	5 812 431	33 944 597
CANADA	31 005 784	171 772 043
CHILE	26 576 386	156 800 677
ESTADOS UNIDOS	206 705 227	1 184 420 951
SUECIA	10 335 261	58 084 137
FINLANDIA	1 574 201	13 111 043
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	295 293 181	1 694 982 858



IMPORTACIONES
PASTAS CELULOSICAS.



3) ESTRUCTURA DE CONSUMO.

a) EMPLEOS DEL PRODUCTO.

Como ya se ha mencionado, la pulpa semiquímica que se obtiene a través de este proceso, no resulta con un grado elevado de pureza, por lo tanto la celulosa que contiene ésta, no resulta económicamente adecuada para utilizarse como materia prima para producir sustancias como el colodión; el acetato o el nitrato de celulosa básicos en otras industrias.

Debido a este factor su empleo se reduce única y exclusivamente a la elaboración de papeles industriales - como lo son el medium y el liner.

Sin embargo el licor negro resultante en el proceso puede utilizarse como fuente de proteína de origen unicelular.

b) PRINCIPALES INDUSTRIAS CONSUMIDORAS.

De acuerdo al inciso anterior, o sea al uso que se le da a la pulpa semiquímica de paja de trigo, el área de mayor consumo será la formada por Jalisco y Nayarit y las ciudades industriales del Estado de Baja California que cuentan con industrias que utilizan dicho producto.

Ahora bien debido a la demanda de papeles industriales como los son el medium y el liner, ésta se mantiene constante a través del año.

c) CANALES DE DISTRIBUCION.

✕ En lo referente a la importación, ésta se puede efectuar directamente con el fabricante extranjero, pagando el producto, seguro, fletes externos, impuestos y fletes dentro del país al centro de consumo.

Otro camino, desde luego es adquirirlo por medio de distribuidores, directamente en plaza.

El proceso de compra-venta sería diferente considerando la fabricación en México. Se estima que en este caso solo habría que considerar el flete de la planta al centro de consumo.

La tarifa para el transporte por ferrocarril es - de \$ 0.25/ton.-km

Si es transportado por carretera en caminos la tarifa es de \$ 0.60 \$ 0.70/ton -km

Ahora bien si la operación se realiza a través de distribuidores, existe la posibilidad de que el producto sea recogido directamente en planta; evitándose así el -- costo del flete. ✕

4) ABASTECIMIENTO ACTUAL DEL MERCADO.

a) ESTRUCTURA DE PRECIOS.

El precio de las pulpas (celulósicas,) proveniente de las importaciones se mantuvo casi totalmente estable entre 1970 y 1973, pero en 1974 aumentó casi en un 100% de de bido al fenómeno inflacionario mundial.

Por lo que respecta al precio de pulpas celulósicas de elaboración nacional, este ha sufrido el mismo cam bio que el de importación, pero con importes menores. Si comparamos ambos observaremos la variación de uno y otro a lo largo del período comprendido entre 1970 y 1974 y su repercusión a nivel nacional. *(con precios de 1970 y 1974)*

PULPAS CELULOSICAS IMPORTADAS

<u>AÑO</u>	PRECIO PROMEDIO / Kg.
1970	1.97
1971	2.74
1972	2.81
1973	2.98
1974	4.79
1975	5.88

110 208 - 71. 3.5 22
72-77-16+7%
78-16.6%
PULPAS CELULOSICAS NACIONALES 79-20% 80-30

<u>AÑO</u>	<u>PRECIO PROMEDIO /Kg.</u>
1970	1.81 - 12%
1971	2.03
1972	2.22
1973	2.65
1974	3.67
1975	4.51

Desde luego que existen varias consideraciones con relación a las tablas anteriores.

Los precios promedio se establecieron globalmente, es decir incluyendo todo tipo de pulpa (celulósica). Por otra parte el precio para una misma pulpa varía de acuerdo al país. Los precios anotados son de frontera, sin haberse agregado a este los impuestos de importación.

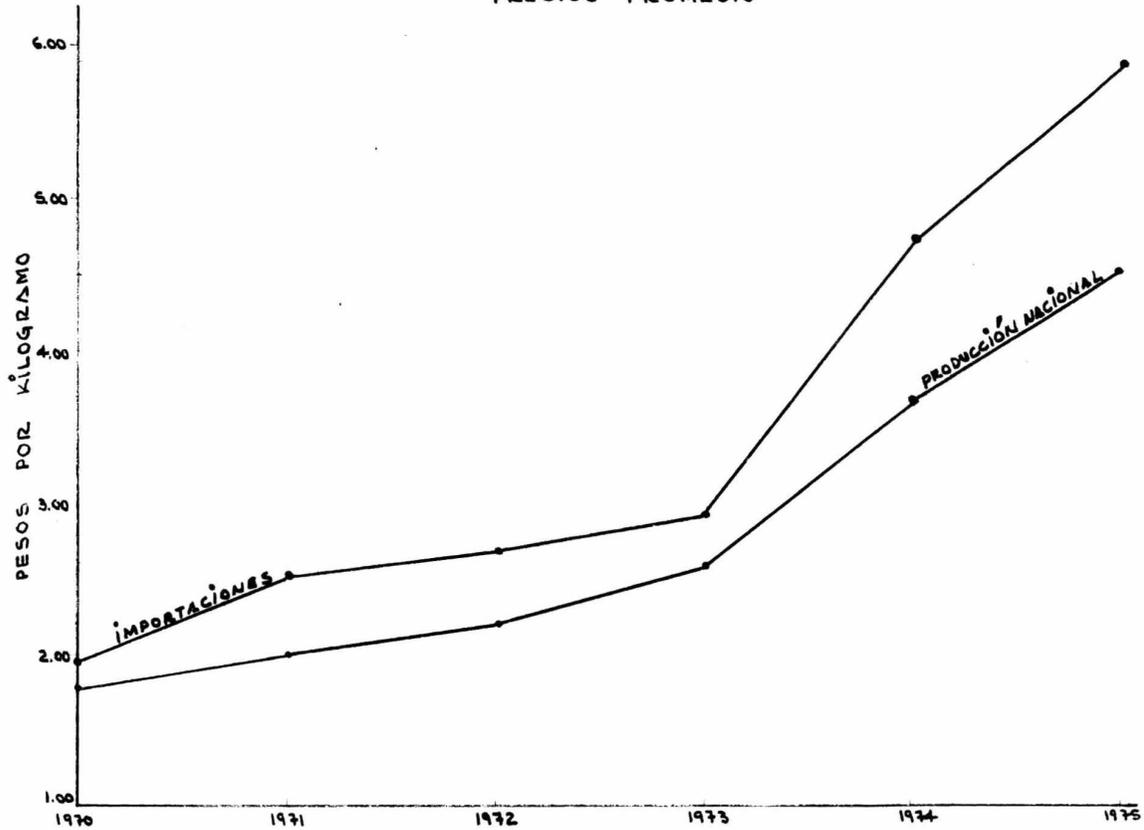
Como se menciono anteriormente, en ambos casos el precio ha aumentado, pero siempre la materia prima producida en el país conserva un precio menor que el de importación.

De todo lo anterior se infiere, que a medida que

se establezcan industrias productoras de pulpa celulósica bajará necesariamente el volumen de importación cuyas características en precio afectan, en este caso la economía nacional.

Por lo que se refiere al precio al cliente, este varia desde luego según el distribuidor o fabricante.✕

PRECIOS PROMEDIO



b) DISTRIBUIDORES.

↘ El volumen de importaciones distribuido en México por varios proveedores, algunos de los cuales están afiliados a compañías extranjeras y otros que funcionan independientemente.

Estos proveedores son distintos según el tipo de pulpa celulósica de que se trate. Actualmente no se produce en México pulpa celulósica a partir de paja de trigo.

Los principales distribuidores se encuentran establecidos en los Estados de México, Jalisco, Chihuahua, Veracruz y Oaxaca. ✘ ?

c) MATERIAS PRIMAS.

La pulpa celulósica, objeto de este estudio, es obtenida a partir de paja de trigo usando como reactivo el hidróxido de calcio. Por lo tanto son fáciles de conseguir - localmente y los distribuidores para cada una de ellas son también muy numerosos.

Las materias primas pueden adquirirse de las siguientes Empresas al precio que se anota.

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>PROVEEDOR</u>	<u>PRECIO</u>
PAJA DE TRIGO	Directamente con las asociaciones de campesinos.	l.a.b. región productora 95.00 / Ton. el flete se considera a razón de \$ 2-1 km /ton
HIDROXIDO DE CALCIO (95%)	PIRACAL	l.a.b. planta \$ 312.00 / on el flete en F.C. es de \$ 15.00/ ton con un mínimo de 25 ton el acarreo a los almacenes - del cliente se considera a razón de \$ 2-1 km /ton

Precios al 15 de Septiembre de 1976.

Estos datos solo mencionan un proveedor, pero obviamente las materias primas pueden obtenerse con otros - distribuidores.

5) PROYECCION A LA DEMANDA.

El problema de predicción implica el uso de gran cantidad de variables que hacen que los métodos comunes de resolución no lo determinen totalmente y se tenga que recurrir a menudo a consideraciones derivadas de la práctica y experiencia de personas conocedoras del mercado específico que se maneje.

Una de la técnicas usada con mas frecuencia en investigación económica y comercial para buscar una relación entre 2 o más variables ligados de un modo casual es el análisis de regresión. Si x es la variable independiente y además representa al tiempo, los datos obtenidos mostraran los valores de Y en diferentes tiempos. Estos datos ordenados en relación al tiempo se denominan series de tiempo. La recta o curva de regresión de Y sobre X en este caso se llama recta de tendencia.

Para nuestro problema utilizaremos el método de regresión lineal; empleando como herramienta el procedimiento de minimos cuadrados.

El desarrollo es el siguiente:

$$Y = a + bx$$

de donde a y b se determinan mediante el sistema de ecuaciones

$$\Sigma Y = an + b\Sigma x$$

$$\Sigma xy = a\Sigma x + b\Sigma x^2$$

que se denominan ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados.

Las constantes a y b pueden deducirse del sistema de ecuaciones anterior quedando:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma XY)}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

haciendo que $x = x - \bar{x}$ e $y = Y - \bar{Y}$ la ecuación de la recta de mínimos cuadrados puede escribirse:

$$y = \left(\frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} \right) x \quad \text{ó} \quad y = \left(\frac{\Sigma xY}{\Sigma x^2} \right) x$$

en particular, si x es tal que $x=0$, es decir, $x = \bar{x}$, se convierte en

$$Y = \bar{Y} + \left(\frac{\Sigma XY}{\Sigma X} \right) x$$

Tabulando:

AÑOS	EJE X	EJE Y
1970	0	97 021 735
1971	1	88 948 584
1972	2	103 597 971
1973	3	225 480 294
1974	4	236 504 885
1975	<u>5</u>	<u>295 293 181</u>
	15	1 046 846 650

El eje Y corresponde a los Kg. de pulpa celulósica importados.

El eje X representa los años.

Anotando y tabulando estos valores se tiene:

AÑO	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>x=X-\bar{X}</u>	<u>y=Y-\bar{Y}</u>	<u>x²</u>	<u>xy</u>	<u>y x (10¹⁰)</u>
1970	0	97 021 735	-2.5	-77 452 707	6.25	193 631 767	599 892
1971	1	88 948 584	-1.5	-85 525 858	2.25	128 288 787	731 467
1972	2	103 597 971	-0.5	-70 876 471	.25	35 438 236	502 347
1973	3	225 480 294	0.5	51 005 852	.25	25 502 926	260 160
1974	4	236 504 885	1.5	62 030 443	2.25	93 045 665	384 777
1975	5	295 293 181	2.5	120 818 739	6.25	302 046 847	1 459 716
Suma:	15	1 046 846 650	0		17.5	777 954 228	3 938 359

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{6} = 2.5 \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{6} = 174974441.7$$

Cambiando el origen al eje X se tiene:

<u>X</u>	<u>XY</u>
-2.5	-242 554 337
-1.5	-133 422 876
-0.5	- 51 798 985
0.5	112 740 147
1.5	354 757 328
2.5	738 232 952
<hr/>	<hr/>
$\Sigma X = 0$	777 954 229

Al hacer que $X = 0$ se simplifica la solución de las ecuaciones normales, ya que

$$\Sigma Y = na$$

$$\Sigma XY = b \Sigma x$$

de donde:

$$a = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{1\ 046\ 846\ 650}{6} = 174\ 474\ 442$$

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma x^2} = \frac{777\ 954\ 229}{17.5} = 44\ 454\ 527$$

La ecuación de la línea de tendencia es igual a:

$$Y_c = a + bx$$

$$Y_c = 174\ 474\ 442 + 44\ 454\ 527 (x)$$

Que concuerda con :

$$Y = Y + \frac{XY}{X} x = \frac{1\ 046\ 846\ 650}{6} + \frac{777\ 954\ 229}{17.5} x$$

$$y = 174\ 474\ 442 + 44\ 454\ 527 (x)$$

Haciendo $X = -2.5, -1.5, -0.5, 0.5, 1.5, 2.5$ en la ecuación de mínimos cuadrados:

$$y = 174\ 474\ 442 + 44\ 454\ 527 (x)$$

Se obtienen los siguientes valores de tendencia.

AÑO	1970	1971	1972
VALOR DE TENDENCIA	63 338 125	107 792 651	152 247 179
AÑO	1973	1974	1975
VALOR DE TENDENCIA	196 701 706	241 156 232	285 610 760

Efectuando el cálculo por el método de semimedias se tiene lo siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>VALORES ANUALES</u>	<u>AÑO</u>	<u>VALORES ANUALES</u>
1970	97 021 735	1973	225 480 294
1971	88 948 584	1974	236 504 885

1972	<u>103 597 971</u>	1975	<u>295 293 181</u>
------	--------------------	------	--------------------

TOTAL	289 568 290	TOTAL	757 278 360
-------	-------------	-------	-------------

MEDIA	= $\frac{289\ 568\ 290}{3}$	MEDIA	= $\frac{757\ 278\ 360}{3}$
-------	-----------------------------	-------	-----------------------------

=	96 522 763	=	252 426 120
---	------------	---	-------------

(Correspondiente a 1971)

(Correspondiente a 1974)

De lo anterior se observa que ha habido un crecimiento de 1971 a 1974 igual a $4(252\ 456\ 120 - 96\ 522\ 763)$
 = 155 933 357 Kg. B. o sea:

$$\frac{155\ 933\ 357}{4} = 38\ 983\ 339 \text{ Kg. B. de aumento por año.}$$

Tabulando:

AÑO	1970	1971	1972
VALOR DE TENDENCIA	57 569 424	96 552 763	135 536 102
AÑO	1973	1974	1975
VALOR DE TENDENCIA	213 442 781	252 426 120	291 409 459

Al analizar los valores obtenidos por ambos métodos se observa que los resultados concuerdan altamente, teniendo una variación promedio menor al 10%.

Con los datos que se tienen se proyectará la demanda futura para 1976 y 1977.

$$X = 3.5 \text{ para } 1976$$

$$Y = 174\,474\,442 + 44\,454\,527 (3.5)$$

$$Y = 330\,065\,287 \text{ Kg. B. en } 1976.$$

$$X = 4.5 \text{ para } 1977$$

$$Y = 174\,474\,442 + 44\,454\,527 (4.5)$$

$$Y = 374\,519\,813 \text{ Kg. B. en } 1977$$

En los problemas de extrapolación se observa que cuanto más se desvía X de X el valor de Y se hace menos -- confiable.

CALCULO DE BANDAS DE CONFIANZA:

La media para una distribución tal que $Y_c - Y$ es la siguiente para un determinado X.

$$\begin{aligned} E(Y_c - Y) &= E(Y_c) - E(Y) \\ &= \mu_{YX} - \mu_{YX} = 0 \end{aligned}$$

La varianza para una X determinada:

$$\text{Var} (Y_c - Y) = \text{Var} (Y_c) + \text{Var} (Y)$$

$$\text{Var} (Y_c) = \text{Var} (Y) + \text{Var} (b(x - \bar{x}))$$

$$\text{Var} (Y_c) = \frac{\sigma^2_{YX}}{n} + (x - \bar{x})^2 \frac{\sigma^2_{YX}}{\sum(x - \bar{x})^2}$$

y la varianza para Y es:

$$\text{Var} (Y) = \sigma^2_{YX}$$

Entonces $\text{Var} (Y_c - Y)$ resulta:

$$\text{Var} (Y_c - Y) = \sigma^2_{YX} + \frac{\sigma^2_{YX}}{n} + (x - \bar{x})^2 \frac{\sigma^2_{YX}}{\sum(x - \bar{x})^2}$$

Utilizando $\hat{\sigma}^2_{YX}$ como estimador para σ^2_{YX} , la estimación de $\text{Var} (Y_c - Y)$ es:

$$\text{Var} (Y_c - Y) = \hat{\sigma}^2_{YX} \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2} \right]$$

El estadístico será:

$$t = \frac{(Y - Y_c) - E(Y - Y_c)}{\hat{\sigma}_{YX} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2}}}$$

$$t = \frac{Y - Y_c}{\hat{\sigma}_{YX} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum(x - \bar{x})^2}}}$$

en donde t corresponde a una distribución de t con $n-2$ grados de libertad por tratarse de una muestra pequeña.

entonces:

$$P \left[-t_{0.025} < t < t_{0.025} \right] = 0.95$$

que resulta:

$$P \left[-t_{0.025} < \frac{Y - Y_c}{\hat{\sigma}_{yx} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}} < t_{0.025} \right] = 0.95$$

Entonces el intervalo o banda de confianza para y será:

$$Y_c - t_{0.025} \hat{\sigma}_{yx} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}} < Y < Y_c +$$

$$t_{0.025} \hat{\sigma}_{yx} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

$$\hat{\sigma}_{yx}^2 \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]$$

$$\hat{\sigma}_{yx}^2 = \frac{1}{n-2} \sum (Y - Y_c)^2$$

Tabulando para encontrar $\sum (Y - Y_c)^2$:

Y	Y _c	Y - Y _c	(Y - Y _c) ²
97 021 735	63 338 125	33 683 610	113 458 x 10 ¹⁰
88 948 584	107 792 651	-18 844 067	35 509 x 10 ¹⁰
103 597 971	152 247 179	-48 649 208	236 674 x 10 ¹⁰

$$\begin{array}{rclcl}
 225\ 480\ 294 & 196\ 701\ 706 & 28\ 778\ 588 & 82\ 820 \times 10^{10} \\
 236\ 504\ 885 & 241\ 156\ 232 & -\ 4\ 651\ 347 & 2\ 163 \times 10^{10} \\
 295\ 293\ 181 & 285\ 610\ 760 & 9\ 682\ 481 & 9\ 375 \times 10^{10}
 \end{array}$$

$$\Sigma(Y - Y_c)^2 = 479\ 999 \times 10^{10}$$

$$\hat{\sigma}_{yx}^2 = \frac{1}{4} (479\ 999 \times 10) = 119\ 999 \times 10$$

Desarrollando se tiene:

$$\begin{aligned}
 & 63\ 338\ 125 - (2.77) \left[(3.464 \times 10^3) \sqrt{1.1666 + \frac{6.25}{17.5}} \right] \\
 < Y < & 63\ 338\ 125 + (2.77) \left[(3.464 \times 10^3) \sqrt{1.1666 + \frac{6.25}{17.5}} \right] \\
 & 63\ 338\ 125 - 118\ 298\ 557 < Y < 63\ 338\ 125 + 118\ 298\ 557 \\
 & -\ 54\ 960\ 432 < Y < 181\ 636\ 682
 \end{aligned}$$

para 1970 con $X = -2.5$

los intervalos de confianza para los otros valores de X se calculan de forma análoga. Los resultados son los siguientes:

$$\begin{array}{rclcl}
 X = -1.5 & -\ 1\ 407\ 007 & < Y < & 216\ 992\ 309 \\
 X = -0.5 & 47\ 976\ 648 & < Y < & 256\ 517\ 710 \\
 X = 0.5 & 92\ 431\ 175 & < Y < & 300\ 972\ 237
 \end{array}$$

$$X = 1.5 \quad 131\ 956\ 574 < Y < 350\ 355\ 890$$

$$X = 2.5 \quad 167\ 312\ 203 < Y < 403\ 909\ 317$$

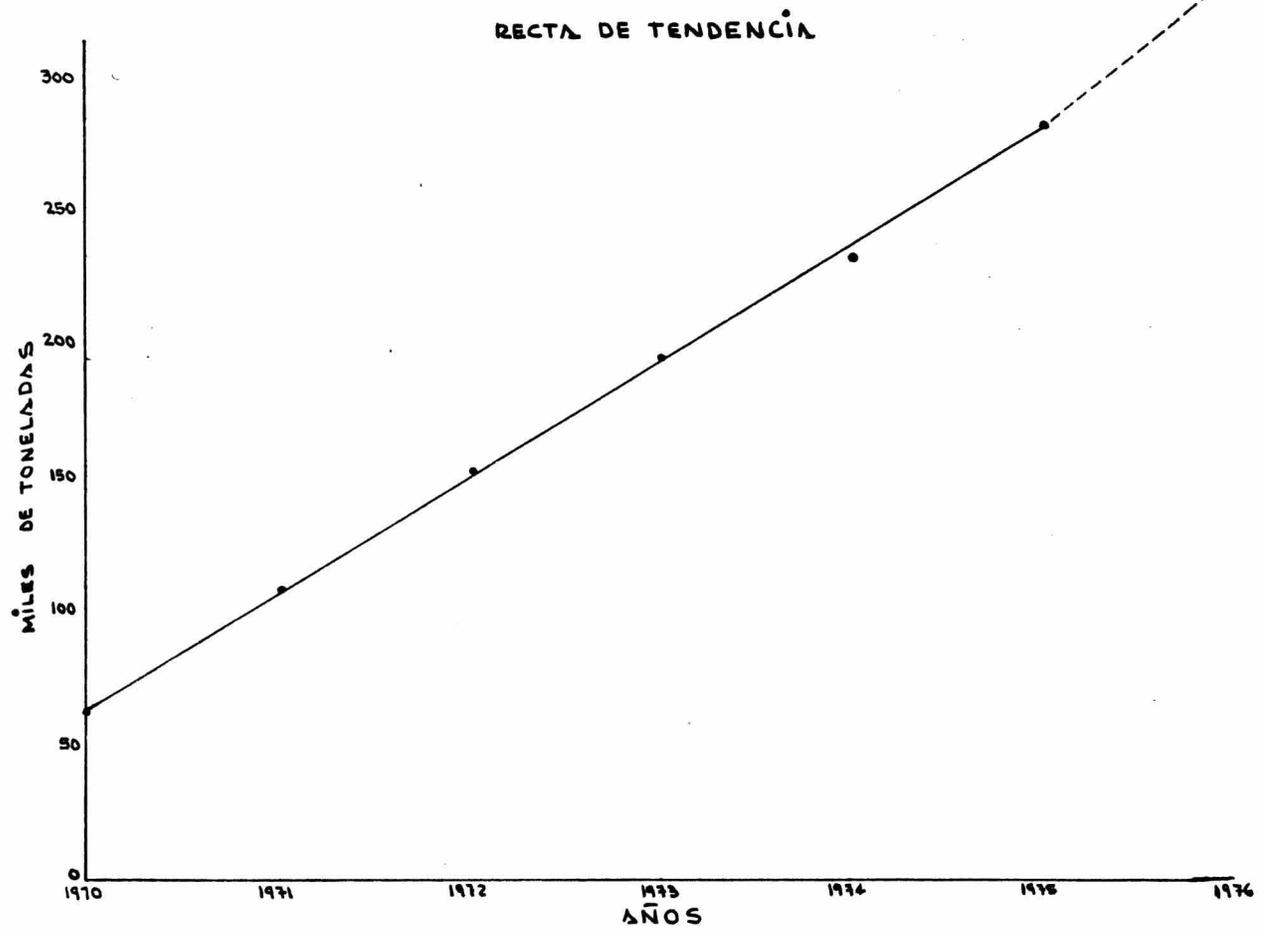
de acuerdo con los valores obtenidos, se puede deducir lo siguiente:

Se cuenta con muy pocos datos como para aceptar la confiabilidad de la producción sin embargo se nos da una idea aproximada del comportamiento estadístico del consumo futuro de celulosa. Por otra parte los valores tan elevados - que tiene conducen a intervalos de confianza demasia- do abiertos.

Ahora bien, el coeficiente de determinación r tiene el siguiente valor:

$$\begin{aligned} r^2 &= \frac{\sum (Y - Y_c)^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{S_e}{S_{y \cdot x}} = 1 - \frac{479\ 999 \times 10^{10}}{3\ 938\ 354 \times 10^{10}} \\ &= 0.8782 \end{aligned}$$

∴ $r =$ coeficiente de correlación muestral $= .9371$



6) DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.

El estudio previo de mercado señala un déficit de producción de pulpa celulósica (236,504 ton se importaron en 1974). Sin embargo por las características especiales del proceso de elaboración a seguir, que tiene como materia prima la paja de trigo, se debe establecer un sistema de unidades productoras pequeñas. Se ha pensado que la planta produzca únicamente 50.0 ton de pulpa celulósica al día dado que el volumen de licor negro resultante en el proceso (80,000 l diarios) es muy grande y por ende representa un problema su manejo. La instalación de plantas de gran capacidad obstaculizarían en este caso la eficiencia y desarrollo del proceso.

Economicamente se ha analizado también este factor y de acuerdo a la evaluación económica que se describe a continuación existe un buen margen de utilidad a pesar del volumen tan pequeño de pulpa que se produce.

c) PROCESO DE FABRICACION Y TECNOLOGIA.

1) MATERIA PRIMA.

El trigo se encuentra distribuido abundantemente en todo el País. La producción nacional correspondiente a 1976 ascenderá a 2,700,000 ton , lo cual permitirá que el País siga siendo autosuficiente en este producto agrícola. (Tablas).

Por otra parte cada año el rendimiento promedio por hectárea se ha venido incrementando de manera considerable. En los últimos treinta años el rendimiento por hectárea ha pasado de 700 Kg./ha. a 3,900 Kg./ha. según datos del Departamento de Planeación Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

En el proceso a seguir nuestra materia prima será la paja de trigo. Debido a que se trata de un residuo es importante evaluar su rendimiento por hectárea; además de tener asegurado un abastecimiento continuo.

Estadísticamente se ha observado que la producción de trigo en el País genera 1.25 ton de paja por cada tonelada de grano obtenido. Si a este valor lo afectamos por

el valor de la producción nacional resulta lo siguiente:

El potencial de materia prima (Paja de trigo) será de 3,375,000 toneladas. De las cuales actualmente, sólo el 5% se utiliza para consumo directo del ganado, mientras - que el destino mas frecuente del resto de este volumen se quema o se incorpora al suelo.

2) DESCRIPCION DEL PROCESO.

Por experiencias llevadas a cabo anteriormente, se sabe que la producción de pulpa celulósica de paja de trigo es costeable. Los tipos de industrialización que se han seguido han sido dos fundamentalmente. El primero es el que ha seguido procesos muy sofisticados cuya característica principal ha sido la fuerte inversión, que no resulta propicia para las posibilidades del inversionista en nuestro País. El segundo ha preferido recurrir a procesos sencillos y en algunos casos primitivos en los cuales la mano de obra es abundante. Analizando ambos, el segundo camino parece ser, aparentemente el adecuado a seguir. Pero dado a que las zonas trigueras se encuentran localizadas en las zonas mas ricas de nuestro País, la mano de obra resultaria muy elevada.

El proceso que se propone, pretende evitar las altas inversiones y la poca utilización de mano de obra. Este proceso es una modificación del proceso a la cal que se basa en utilizar este reactivo pero en condiciones drásticas que eviten los problemas derivados de los residuos de Ca (OH)_2 no consumidos, los cuales actúan como abrasivos e

incrustantes, al agotar el Ca(OH)_2 libre y permitiendo la formación de sales solubles de calcio.

Los datos provenientes de los estudios realizados a nivel laboratorio en autoclave, cuyo contenido esencial es, por un lado, evaluar la calidad de la pulpa mediante la realización de digestiones en donde se manejan las siguientes variables:

- Concentración de reactivo sobre MPSE.
- Temperatura de cocimiento.
- Tiempo total de cocción.
- Relación de baño.

Y por otro lado obtener las curvas respectivas de batido a diferentes freeness y gratificar posteriormente el "Canadian Standard Freeness" contra propiedades tan importantes como:

- a) Tiempo de refinación.
- b) Factor de explosión.
- c) Largo de ruptura.
- d) Factor de rasgado.

e) Porosidad Gurley-Hill.

f) Concora medium test.

Nos proporcionan eficientemente las condiciones de operación normales para el proceso que seran las siguientes:

Reactivo hidroxido de calcio (SMPSE)	6.0%
Tiempo de impregnación	15.0 min
Tiempo de cocimiento	15.0 min
Tiempo total	30 min
Temperatura máxima	180°C
Relación de baño	S : 1

Las etapas del proceso son las siguientes:

Las pacas provenientes del almacen son conducidas - por medio de una banda al abridor de pacas, cuya función -- principal es disgregar las pacas compactadas. De este, las fibras disgregadas son transportadas por un dispositivo neumático que las conduce ya sea a una zona de almacenaje de - donde se llevarán posteriormente a los digestores o bien directamente a éstos en donde se mezcla la fibra con el hi--dróxido de calcio proveniente del tanque de reactivo para - llevar a cabo la cocción.

Una vez efectuado este proceso la fibra se conduce a un tanque de descarga desde donde se aumenta ésta, a una serie (3) de molinos de discos para darle a la pulpa un tratamiento mecánico que proporcionará al producto nuevas propiedades para usos posteriores.

Dado que las características de esta pulpa requerirían procesos sumamente costosos para ampliar su gama de usos, la pulpa se utilizará exclusivamente para la elaboración de papel.

En dicha elaboración, existen dos caminos a seguir: Puede fabricarse papel medium en cuyo caso se sugiere utilizar la pulpa sin lavar. Si la decisión es fabricar papel liner, es necesario enviar la pulpa a lavadores de tipo rotatorio.

Como residuo en el proceso de digestión, se obtiene una cantidad considerable de licor gastado (Licor negro) que hasta hace poco tiempo se desechaba. Actualmente se recomienda almacenarlo con el fin de aprovecharlo como fuente de proteína de origen unicelular, teniendo también, la posibilidad de poder usarlo como agua de riego.

3) DESCRIPCION DEL EQUIPO.

BANDA TRANSPORTADORA.- Material:Nylon 3 capas con recubrimientos de hule de 3/16" x 1/16", ancho 30", largo: 15 Mts. accesorios: 9 rodillos de retorno y 15 puentes de rodillos de carga. 2 poleas y acoplamiento al motorreductor por Catarinas.(Cadena). Potencia del motor: 10 H.P. estructura metálica.

ABRIDOR DE PACAS.- De fabricación casera, consta de un tambor cónico inclinado de 3 Mts. de largo, con un diámetro menor de 0.70 Mts. en cuyo interior se encuentra una cuchilla en espiral dispuesta de forma que impida la acción de la fuerza centrífuga sobre la paja. La rotación es proporcionada por un motor de 20 H.P. acoplado a una transmisión por cadenas que van del motor a una cremallera que rodea el diámetro mayor del tambor.

Material: Acero de 3/16".

TRANSPORTADOR NEUMATICO.- Consta de un tubo perforado con 2 ramificaciones. una que lleva al material a la boca de los digestores y otra que descarga en el almacén. El transporte se efectúa a base de ventiladores dispuestos paralelamente al flujo. El objeto de las perforaciones es facilitar la -

limpieza de los conductos. La potencia de ventilación es de 40 P.H.

TANQUE DE REACTIVO.- Material: Acero al carbon. Capacidad: 25 m³ esta provisto de un agitador accionado por un motor de 5 H.P. cuya función es homogeneorar la mezcla.

DIGESTOR.- Para calcular la capacidad del digestor se debe partir de la producción diaria de pulpa (50 ton base seca) que corresponden a 77 ton de materia prima alimentada al proceso. Según el siguiente cálculo:

$$\frac{1.0 \text{ ton pulpa}}{0.65 \text{ rendimiento de digestion}} = 1.539 \text{ ton. de paja(SE)}$$

$$1.539 \times 50 \text{ ton. pulpa} = 77 \text{ ton paja.}$$

El volumen de la paja a una humedad de 80% correspondiente a la relación de baño 5 a 1 usada en nuestro proceso es de 13.25 m³/ton (Experimentalmente).

El ciclo de digestión, carga-descarga será de 80 - min por lo tanto:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de } \frac{\text{digestores}}{\text{día}} = \frac{1,440 \text{ min}}{80} = 18$$

La capacidad de operación del digestor será:

$$\text{Cap. de op. digestor} = \frac{\text{Cant. MP alimentada} \times \text{Vol. Esp. (MPA)}}{\text{N}^{\circ} \text{ Digestores.}}$$

$$= \frac{77.0 \times 13.25}{18} = 56.68 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{\text{Cap. de op. digestor}}{0.85}$$

$$= \frac{56.68 \text{ m}^3}{0.85} = 66.68 \text{ m}^3$$

Se utilizarán dos digestores de tipo Tumbling. Por lo que se tiene:

$$\frac{66.68}{2} = 33.34 \text{ m}^3$$

El volumen comercial es de 35 m^3 elaborado en acero inoxidable. La potencia requerida es de 25 H.P. para cada digestor.

TANQUE DE DESCARGA.- Material: Acero al carbón. Capacidad: 125 m^3 . Provisto de un agitador accionado por un motor de 20 H.P.

MOLINO DE DISCO.- Material: Acero inoxidable. Consta de dos discos móviles que operan a presión. Su objeto es desfi

brar el material parcialmente cocido. Se utilizarán 3 molinos en serie cada uno operado por un motor de 150 P.H.

LAVADOR ROTATORIO.- Se utilizará en caso de que la pulpa - se utilice para la elaboración de papel liner. Se colocarán 3 en serie. Material: Acero inoxidable. Trabajarán a contra corriente para que el gasto de agua sea menor.

4) BALANCE DE MATERIALES.

Para efectuar este balance se tomaron en cuenta -
los siguientes rendimientos:

73% A ESCALA PILOTO.

69% EN ETAPA DE COCIMIENTO.

65% DEBIDO A LO QUE SE PIERDE EN LAVADO, LIMPIEZA, ETC.

Por lo tanto se tiene un rendimiento neto de 65%.

1) PRODUCCION: 50 t^{on} /DIA DE PULPA CELULOSICA = 2.08
ton/h

2) RENDIMIENTO: 65%.

3) MATERIA PRIMA
REQUERIDA: $\frac{1.0}{0.65}$ ton = 1.54 ton MPSE/ton pulpa

o sea:

77 ton/día MPSE/día = 3.2 ton/h

84.7 ton/día MPSA/día = 3.52 ton/h

4) RELACION DE BAÑO: 5 : 1

5) RELACION REACTIVO / M. P.: 6%

- 6) REACTIVO REQUERIDO
A UNA CONCENTRACION
DEL 6% : 0.093 Ton Ca(OH)_2 x 50 Ton pulpa
 = 4.65 Ton Ca(OH)_2 / día.
- 7) VOLUMEN DE REACTIVO: 77,500 l/día = 3,229 l /h
- 8) VOLUMEN TOTAL PARA
COCCION: 84.7 Ton/día MPSE x 5
 = 423,500 l /día = 17,645 l /h.
- 9) LICOR NEGRO PARA
COCIMIENTO : 40% DEL VOLUMEN TOTAL PARA COCCION:
 169,400 l /día.

BALANCE PARCIAL EN EL DIGESTOR:

BASE : 1 TON PULPA.

<u>ENTRADA</u>		<u>SALIDA</u>	
MPSE	1.54 Ton	PULPA	1,000 Ton
Ca (OH) ₂	0.093 Ton	LICOR NEGRO (SOLIDOS)	0.633 Ton
RELACION DE BAÑO	<u>7.700 Ton</u>	RELACION DE BAÑO	<u>7,700 Ton</u>
	9,333 Ton		9,333 Ton

5) BALANCE DE ENERGIA.

Se desarrolla de la siguiente manera:

La impregnación y el cocimiento se llevan a cabo en los digestores:

I) CALOR NECESARIO PARA SUBIR LA TEMPERATURA DE 20°C a 180°C .

$$Q = Q_c + Q_b + Q_n + Q_a \quad \text{en donde:}$$

Q = Calor necesario para elevar la temperatura de 20°C a 180°C.

Q_c = Calor absorbido por la celulosa 20-180°C.

Q_b = Calor absorbido por el licor blanco 20-180°C.

Q_n = Calor absorbido por el licor negro 20-180°C.

Q_a = Calor absorbido por el agua en la materia prima. 20-180°C.

C_p del licor de paja de trigo = 0.7 Kcal/Kg°C.

C_p del licor blanco = 0.86 Kcal/Kg°C.

C_p del licor negro = 0.86 Kcal/Kg°C.

AISLANTE : MAGNESITA.

ESPESOR	5 cm
DENSIDAD	235 Kg/m ³
C _p	0.21 Kcal/Kg°C.

CALCULOS:

$$Q_c = 4,375 \times 0.70 \quad (180^\circ - 20^\circ) = 490,000 \text{ Kcal/h.}$$

$$Q_b = 3,850 \times 0.86 \quad (180^\circ - 20^\circ) = 529,760 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_n = 6,800 \times 0.86 \quad (180^\circ - 20^\circ) = 935,680 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_a = 2,214 \times 1.00 \quad (180^\circ - 20^\circ) = \underline{324,240 \text{ Kcal/h}}$$

$$Q = \quad \quad \quad 2'309,680 \text{ Kcal/h.}$$

II CALOR NECESARIO PARA MANTENER EL COCIMIENTO A 180°C.

$$Q_2 = AK (T_2 - T_1)$$

A = Area del aislante.

K = Coef. combinado de transferencia de calor.

$$(T_2 - T_1) = 180^\circ - 20^\circ = 160^\circ\text{C}$$

TIEMPO = 1 Hr.

$$\text{AREA} = 15 \text{ m}^2$$

$$Q_2 = 1.32 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ C} \quad (1 \times 15.0 \times 160)$$

$$Q_2 = 3,168 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_T = Q \text{ total} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 2'309,680 \text{ Kcal/h} + 3,168 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_T = 2'312,848 \text{ Kcal/h.}$$

LA CANTIDAD DE VAPOR REQUERIDO POR HR. SERA :

$$\text{ENTALPIA DEL VAPOR} = 663.2 \text{ Kcal/Kg. vapor}$$

$$\frac{Q}{\lambda} = \frac{2'312,848 \text{ Kcal}}{663.2 \text{ Kcal/Kg vapor}} = 3,487 \text{ Kg vapor/h}$$

o sea 1743.50 Kg. por digestión.

En la industria se utilizan 2 Ton vapor por/TMSE de pulpa producida.

D) LOCALIZACION INDUSTRIAL.

De particular interés ha de considerarse el estudio y evaluación de los factores estructurales que contribuyen a la localización industrial; por cuanto éstos condicionan en ocasiones y determinan las más, la identificación geofísica de los proyectos de planta.

La importancia de la actividad industrial en el marco de la Economía es indiscutible. Lo que si es necesario evaluar es el marco de condiciones que implica el proceso de industrialización. En efecto, para determinar la localización de una planta industrial en uno u otro lugar, necesario es que se conjuguen una serie de requisitos que induzcan en el inversionista, el interés de fomentar el desarrollo industrial precisamente ahí, donde los factores de localización sean viables en mayor proporción.

A lo largo de este Sexenio, y con el fin de estimular ampliamente al inversionista interesado en abrir empresas en esta región, el estado de Baja California Norte ha mantenido políticas que han contribuido a tal objetivo; siendo la Secretaría del Desarrollo Económico el organismo

gubernamental que cumple dicha tarea. Para sus funciones esta dependencia cuenta con toda clase de facilidades que abarcan desde el origen preliminar del proyecto hasta su entrada en operación, incluso se continúa con el auxilio durante sus actividades productivas para permitirle un desarrollo dinámico y evitarle factores que depriman sus resultados de operación.

Resulta obvio hacer notar que en ninguna región - se pueden tener al alcance todos los factores positivos que propician la instalación y buena marcha de una empresa, debido a las características propias que han conformado nuestro desarrollo; sin embargo, si es requisito preveer la disponibilidad de cierto número de factores.

El estado de Baja California Norte cuenta con todos los factores de tipo estructural que son a saber:

- a) Suministro suficiente de agua.
- b) Disponibilidad de energéticos.
- c) Disponibilidad de materias primas.
- d) Existencia de fuerza de trabajo de diversas categorías.

- e) Terrenos adecuados, en características y precios
- f) Mercados de realización accesibles.
- g) Medios de comunicación utilizables a costo económico.
- h) Servicios industriales.

Debido a que Baja California Norte se ha convertido en una de las entidades de mayor desarrollo en el país se considera apropiada la instalación de la planta en este Estado.

E) EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO.

1) DETERMINACION DE LA INVERSION FIJA.

Los costos totales para satisfacer los requerimientos de una planta para producir 50 ton diarias de pulpa celulósica, considerando la planta de preparación, la energía necesaria, los sistemas de suministro de agua y aire, el mantenimiento y laboratorio se estima en:

\$ 50,000,000.00

Esta cantidad está fundamentada en datos prácticos proporcionados por la Cámara Nacional de las Industrias de Papel que establecen que por cada tonelada de pulpa producida en una planta de este tipo se invierte un millón de pesos (1 000,000.00).

Se efectuará a continuación un análisis similar al que aplica BUFETE INDUSTRIAL DISEÑOS Y PROYECTOS, S. A. para este tipo de plantas que consiste en aplicar a cada parte de la inversión, los porcentajes para equipo, materiales y mano de obra. Datos en base a precios al 31 de Agosto de 1976.

PARTIDA	EQUIPO	MATERIALES	MANO DE OBRA	TOTAL
MAQUINARIA Y EQUIPO	96.7%		3.3%	42.93%
TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS		94.0%	6.0%	8.20%
ELECTRICO	97.4%		2.6%	6.80%
INSTRUMENTACION	90.2%		9.8%	0.83%
OBRA CIVIL		74.50%	25.5%	12.39%
TRANSPORTACION	79.50%	20.50%		1.98%

COSTOS INDIRECTOS

SERVICIOS DE INGENIERIA	2.40%
SERVICIOS DE PROMOCION	1.97%
SERVICIOS DE CONSTRUCCION	5.36%

OTROS COSTOS

ESCALACIONES E IMPREVISTOS	4.60%
HONORARIOS CONTRATISTAS	3.18%
IMPUESTOS DE IMPORTACION	4.46%
PRUEBAS Y ARRANQUE	2.80%
REFACCIONES PARA 2 AÑOS DE OPERACION	2.10%
TOTAL:	100.00%

Los valores correspondientes a la tabla anterior se especifican a continuación:

COSTOS DIRECTOS (\$ M.N.)

<u>PARTIDA</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>MATE- RIALES</u>	<u>MANO DE OBRA</u>	<u>TOTAL</u>
MAQUINARIA YEQUIPO	20 756,665		708,335	21 465,000
TUBERIAS, VAL- VULAS Y ACCS.		3 854,000	246,000	4 100,000
ELECTRICO	3 311,600		88,400	3,400,000
INSTRUMENTACION	374,330		40,670	415,000
OBRA CIVIL		4 615,275	1 579,725	6 195,000
TRANSPORTACION	787,050	202,950		990,000
TOTAL COSTOS DIRECTOS	25 229,645	8 672,225	2 663,130	36,565,000

COSTOS INDIRECTOS (\$ M.N.)

SERVICIOS DE INGENIERIA				1 200,000
SERVICIOS DE PROMOCION				985,000
SERVICIOS DE CONSTRUCCION				2 680,000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4 865,000

OTROS COSTOS (\$ M.N.)

ESCALACIONES E IMPREVISTOS	2 300,000
HONORARIOS CONTRATISTAS	1 590,000
IMPUESTOS DE IMPORTACION	2 230,000
PRUEBAS Y ARRANQUE	1 400,000
REFACCIONES PARA 2 AÑOS DE OPERACION	1 050,000
TOTAL OTROS COSTOS	8 570,000
 GRAN TOTAL:	 50 000,000

La división de costos es a partir del costo total de inversión fija.

2) COSTOS DE OPERACION.

Los costos de operación que se estiman en base a 300 días de trabajo por año o sea, 15,000 Ton /año de pulpa se miquímica de paja de trigo son los siguientes:

- I MATERIA PRIMA.
- II SERVICIOS AUXILIARES Y SUMINISTROS DE OPERACION.
- III ADMINISTRACION, SUPERVISION Y MANO DE OBRA.
- IV DEPRECIACION.

I. MATERIA PRIMA:

a) Paja de Trigo.

Se requieren 1.89 Ton. de paja recolectada por cada 1.54 Ton a boca del digestor. El precio unitario por Ton. seca de paja es de \$ 166.00 considerando el empaclado y la transportación (2-1 pesos por Km/Ton de paja). El requerimiento anual es de 28,350 Ton /año. El costo de paja de trigo por Ton. de pulpa producida es de: 203.72 .

b) Hidróxido de Calcio.

Reactivo requerido = 0.093 Ton de Ca(OH)_2 por cada Ton de pulpa. (\$ 312.00/Ton de Cal + \$ 170.00 de flete = -- \$ 482.00).

El requerimiento anual será de 1,400 ton de Ca(OH)_2

El costo en planta de 1 ton se estima en \$ 482.00 final-
mente.

El costo de reactivo por cada Ton. de pulpa producida -
es de: \$ 44.98 . *242.00*

II SERVICIOS AUXILIARES Y SUMINISTROS DE OPERACION.

VAPOR:

Se requieren, de acuerdo a datos arrojados por el balan-
ce de energía correspondiente, 2,050 Kg por ton de pulpa
producida. Por consiguiente el requerimiento anual de vapor
será de 30,750 ton El costo por Ton. de vapor será de -
\$ 40.00. Finalmente el costo de vapor por ton de pulpa pro-
ducida será de: \$ 82.00.

ENERGIA ELECTRICA:

Banda transportadora	10	H.P.
Abridor de pacas	20	H.P.
Ventilador	40	H.P.
Agitación	5	H.P.
Digestores	50	H.P.
Tanque de descarga .	20	H.P.

3 Molinos de disco 450 H.P.

8 Bombas 160 H.P.

Energía Total 755 H.P.

1 H.P. = 0.746 Kw

755 H.P. = 563.23 Kw

Kw-h = 563.23 x 24 = 13,517.52

$\frac{\text{Kw-h}}{\text{año}} = 13,517.52 \times 300 = 4,055,256$

1 Kw-h = \$ 0.35

El costo por ton. de pulpa será:

$$\frac{\text{Costo Energía Eléctrica}}{\text{Producción de Pulpa}} = \frac{1,419,339}{15,000} = \$ 94.62$$

AGUA:

Considerando que se necesitan 1.54 ton de paja por ton de pulpa y que la relación de baño es de 5.1 se necesitan 7.7 m³ de agua en la digestión más 50 m³ en el lavado; se llega a 57.7 m³ por ton. de pulpa producida. O sea 865,500 m³ anuales.

De acuerdo a la tarifa por m³/ agua en el Estado de --

III ADMINISTRACION, SUPERVISION Y MANO DE OBRA.

a) RECEPCION Y MANEJO
DE MATERIA PRIMA

mes *anual*

OPERADOR DE MAQUINARIA	3,700	2	7,400	88,800
---------------------------	-------	---	-------	--------

PEON	3,000	6	18,000	216,000
------	-------	---	--------	---------

b) PREPARACION DE
MATERIA PRIMA

OPERADOR 1 ^a	3,500	3	10,500	126,000
-------------------------	-------	---	--------	---------

AYUDANTE	3,000	3	9,000	108,000
----------	-------	---	-------	---------

c) PREPARACION DEL
LICOR

OPERADOR 1 ^a	3,500	3	10,500	126,000
-------------------------	-------	---	--------	---------

d) DIGESTION

OPERADOR 1 ^a	3,500	3	10,500	126,000
-------------------------	-------	---	--------	---------

AYUDANTE	3,000	3	9,000	108,000
----------	-------	---	-------	---------

e) REFINACION

OPERADOR 1 ^a	3,500	3	10,500	126,000
-------------------------	-------	---	--------	---------

f) LAVADO

OPERADOR 1 ^a	3,500	3	10,500	126,000
-------------------------	-------	---	--------	---------

Baja California se tiene lo siguiente:

$$\text{Costo de agua} = \$ 1.80/\text{m}^3$$

Por lo tanto el costo de agua por ton. de pulpa producida será:

$$57.7 \text{ m}^3 \times \$ 1.80/\text{m}^3 = 102.86$$

MANTENIMIENTO:

Se considera en base a un 0.5% sobre la inversión total.

Inversión total: \$ 50,000,000.

Mantenimiento: \$ 50,000,000 x 0.005 = \$ 250,000

Producción anual de pulpa = 15,000 ton.

Costo de mantenimiento por Ton. de pulpa producida será:

$$\frac{250,000.00}{15,000.00} = 16.66$$

EMPACADO, ALMACENAJE Y DESPACHO: (Producto terminado)

Se considera un 1% del costo de operación.

IMPREVISTOS:

Se considera un 10% del costo de operación.

g)	<u>PULPA EN SUSPENSION</u>				
	OPERADOR 1ª	3,500	3	10,500	126,000
h)	<u>MANTENIMIENTO</u>				
	JEFE EN SECCION MEC.	7,500	1	7,500	90,000
	MECANICO 1ª	5,000	3	15,000	180,000
	AYUDANTE	3,000	3	9,000	108,000
	JEFE DE SECC. ELEC.	7,500	1	7,500	90,000
	ELECTRICO 1ª	5,000	3	15,000	180,000
	AYUDANTE	3,000	3	9,000	108,000
	SOLDADOR	4,000	2	8,000	96,000
	AYUDANTE	3,000	2	6,000	72,000
i)	<u>CALDERA</u>				
	FOGONERO	3,550	3	10,650	127,800
	AYUDANTE	3,000	3	9,000	108,000
j)	<u>LABORATORIO</u>				
	ANALISTA	4,000	3	12,000	144,000
k)	<u>ALMACEN</u>				
	AYUDANTE	3,000	3	9,000	108,000
	TOTAL		\$	224,050	2 688,600

25% PRESTACIONES \$ 672,150

TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA \$ 3 360,750

COSTO DE SUPERVISION	SALARIO MENSUAL	COSTO ANUAL
SUPERINTENDENTE DE PLANTA	20,000	240,000
SUPERINTENDENTE DE PRODUCCION	17,000	204,000
JEFE DE LABORATORIO	14,000	168,000
JEFE DE MANTENIMIENTO	14,000	168,000
JEFE DE ALMACEN	11,000	132,000
SECRETARIA SUPERINTEN- DENTE DE PLANTA	3,300	39,600
TOTAL	79,300	\$ 951,000
40% PRESTACIONES		380,400
TOTAL COSTO DE SUPERVISION		\$ 1 331,400

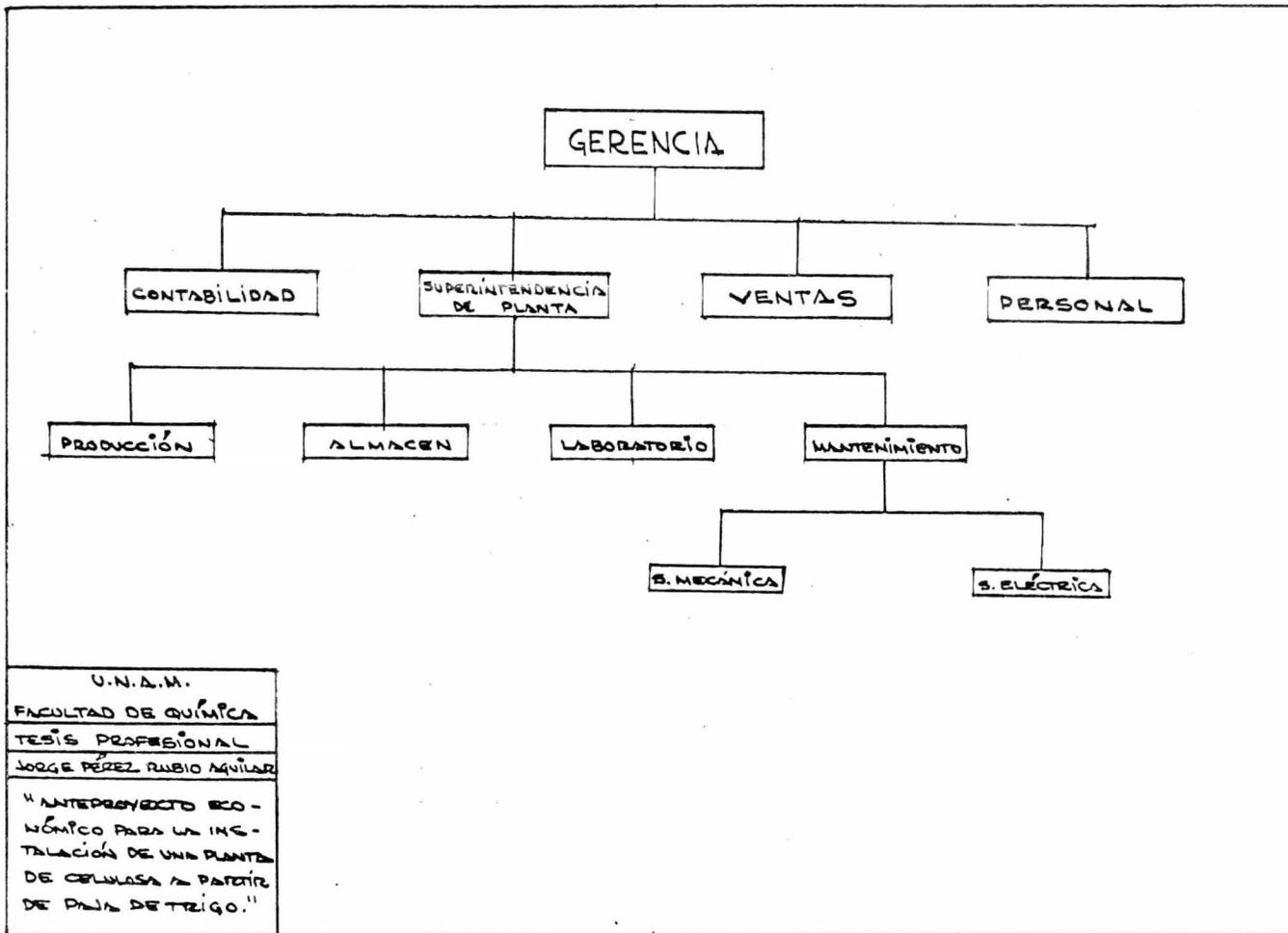
COSTO DE ADMINISTRACION	SALARIO MENSUAL	COSTO ANUAL
GERENTE PLANTA	25,000	300,000

CONTADOR GENERAL	20,000	240,000
JEFE DE PERSONAL	14,000	168,000
JEFE DE COMPRAS	14,000	168,000
SECRETARIA GERENTE	4,500	54,000
SECRETARIA	3,300	<u>39,600</u>
TOTAL	80,800	969,600
40% PRESTACIONES		<u><u>387,840</u></u>
TOTAL COSTO DE ADMINISTRACION		1 357,440

De las tablas anteriores, obtenemos los costos de mano de obra, supervisión y administración por tonelada de pulpa producida.

		COSTO/TON. PULPA
$\frac{\text{COSTO DE MANO DE OBRA}}{\text{PRODUCCION ANUAL DE PULPA}}$	$= \frac{3\ 360,750}{15,000}$	224.05
$\frac{\text{COSTO DE SUPERVISION}}{\text{PRODUCCION ANUAL DE PULPA}}$	$= \frac{1\ 331,400}{15,000}$	88.76
$\frac{\text{COSTO DE ADMINISTRACION}}{\text{PRODUCCION ANUAL DE PULPA}}$	$= \frac{1\ 357,440}{15,000}$	90.49

Los costos estan calculados al precio vigente al 31 de Agosto de 1976.



IV DEPRECIACION

Se estima en un 10% de la inversión total lo que representa \$ 5 000,000 anuales o sea \$ 333.33 por tonelada de pulpa producida.

RESUMEN

COSTOS DE OPERACION

15,000 Ton/año.

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNITARIO	REQUERIMIENTO ANUAL	COSTO ANUAL (\$1,000)	COSTO TON/PULPA PRODUCIDA
<u>MATERIA PRIMA</u>					
PAJA DE TRIGO	TON	166	28,350	4 706.10	313.74
HIDROXIDO DE CALCIO	TON	482	1,400	674.80	44.82
TOTAL MATERIA PRIMA				5 380.90	358.72
<u>SERVICIOS AUXILIARES Y SUMINISTROS DE OPERACION</u>					
VAPOR	TON	40	30,750	1 230.00	82.00
ENERGIA ELECTRICA	KWH	0.35	4'055,256	1 419.33	94.62
AGUA	3	1.80	865,500	1 557.90	103.86
MANTENIMIENTO				250.00	16.66
EMPACADO, ALMACENAJE Y DESPACHO				213.37	14.22

1230 1570
1570

IMPREVISTOS	213.37	14.22
TOTAL SERVICIOS AUXILIARES Y SUMINISTROS DE OPERACION	4 883.97	325.59
<u>MANO DE OBRA, SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>		
MANO DE OBRA	3 360.75	224.05
SUPERVISION	1 331.40	88.76
ADMINISTRACION	1 357.44	90.49
TOTAL MANO DE OBRA, SUPER- VISION Y ADMINISTRACION	6 049.59	403.30
DEPRECIACION	5 000.00	333.33
SEGUROS	450.00	30.00
TOTAL COSTOS DE OPERACION	21 764.46	

COSTOS NETOS DE PRODUCCION SON: 1 450.96 / TON. PULPA.

3) CAPITAL DE TRABAJO.

El capital de trabajo está formado por los fondos requeridos para la conducción normal de una empresa. De ahí que se estime que para lograr un proceso continuo de producción de pulpa se necesiten las siguientes existencias:

INVENTARIO DE MATERIA PRIMA: Se considerará contar con un almacén equivalente a 2 meses de producción de pulpa celulósica, o sea 4,725 ton de paja. \$ 784, 350.00

Por lo que respecta al hidróxido de calcio se tendrá el equivalente a 2 meses de producción de pulpa celulósica, o sea 240 ton \$ 115,680.00

La tabla a continuación muestra las variaciones de acuerdo a las ventas.

<u>AÑO</u>	<u>VENTAS</u> (Miles de pesos)	<u>INCREMENTO</u> <u>EN</u> <u>INVENTARIO</u>	<u>TOTAL</u>
1978	29,250	900,030	900,030
1979	33,750	138,466	1 038,496
1980	40,500	207,699	1 246,195

1981	42,750	69,233	1'315,428
1982	45,000	69,233	1'384,661

TOTAL EN INVENTARIO : 1 384,661

VENTAS TOTALES : 191 250,000

Dentro del capital de trabajo se incluyen también; cuentas por cobrar, para lo cual se considerará un mes al precio de venta. Cuentas por pagar, un mes al precio de compra y efectivo disponible para cubrir los gastos normales de salarios, se considerará un mes al costo de fabricación, por lo tanto:

CAPITAL DE TRABAJO
(Miles de pesos)

AÑO	1978	1979	1980	1981	1982
INVENTARIOS	900	138	207	69	69
CUENTAS POR COBRAR	3,750	375	415	455	500
CUENTAS POR PAGAR	900	100	100	100	120
CAJA	<u>1,815</u>	<u>270</u>	<u>315</u>	<u>350</u>	<u>400</u>
CAPITAL DE TRABAJO	7,363	883	1,037	974	1,089

TOTAL CAPITAL DE TRABAJO : \$ 11 346,000

La suma de la inversión fija de la planta y el capital de trabajo constituye el capital total.

I)	INVERSION FIJA	\$ 50 000,000
II)	CAPITAL DE TRABAJO	\$ <u>11 346,000</u>
	CAPITAL TOTAL	\$ 61 346,000

DESCRIPCION DE INGRESOS. VENTAS.- La producción en 1978 - será del 80% de la capacidad total a partir de 1979 se obtendrá el 100%. Por lo que respecta a ventas estas serán - como sigue:

<u>AÑO</u>	<u>PORCENTAJE VENDIDO</u>
1978	65%
1979	75%
1980	90%
1981	95%
1982	100%

Ahora bien si consideramos que el precio de venta del producto es de \$ 3.00/Kg. tendremos cada año las siguientes ventas:

VENTAS
(Miles de pesos)

AÑO	1978	1979	1980	1981	1982
TONS. PRODUCIDAS DE PULPA CELULOSICA	12,000	15,000	15,000	15,000	15,000
VENTAS:					
FACTURADO	29,250	33,750	40,500	42,750	45,000
I. S. I. M. (3%)	877.5	1,012.5	1,215	1,282.5	1,350
NETO	28,372.5	32,737.5	39,285	41,467.5	43,650



QUIMICA

RESULTADOS PROFORMA :

(miles de pesos)					
AÑO	1978	1979	1980	1981	1982
VENTAS NETAS	28,372	32,737	39,285	41,467	43,650
COSTO MATERIA PRIMA					
PAJA DE TRIGO	3,060	3,882	5,125	5,950	6,890
HIDROXIDO DE CALCIO	439	557	735	853	988
TOTAL COSTO MAT. PRIMA	3,499	3,439	5,860	6,783	7,878
MANO DE OBRA	3,360	3,864	4,444	5,110	5,876
MANTENIMIENTO	4,884	5,372	5,910	6,500	7,150
COSTO TOTAL	11,743	12,675	16,214	18,393	20,794
UTILIDAD BRUTA	16,629	20,062	23,071	23,074	22,856
GASTOS DE ADMINIS- TRACION	2,690	3,093	3,557	4,091	4,705
UTILIDAD DE OPERA- CION	13,939	16,969	19,514	18,983	18,151
DEPRECIACION	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	8,939	11,969	14,514	13,983	13,151
IMPUESTOS	3,754	5,026	6,095	5,872	5,523
UTILIDAD NETA	5,185	6,943	8,419	8,111	7,628

5) CALCULO DE LA RENTABILIDAD.

Para llevar a cabo el cálculo de la rentabilidad debemos partir de valores ya obtenidos con anterioridad.

INVERSION FIJA	50 000,000
CAPITAL DE TRABAJO	11 346,000
COSTOS TOTALES	79 819,000
VENTAS	185 511,000

Efectuando operaciones se obtiene lo siguiente:

A) $INVERSION FIJA + CAPITAL DE TRABAJO = INVERSION TOTAL$

$$50\ 000,000 + 11\ 346,000 = 61\ 346,000$$

B) $VENTAS - COSTO TOTAL = UTILIDAD BRUTA$

$$185\ 511,000 - 79\ 819,000 = 105\ 692,000$$

C) $\frac{VENTAS}{INVERSION TOTAL} = ROTACION DE CAPITAL$

$$\frac{185\ 511,000}{61\ 346,000} = 3.02$$

D) $\frac{UTILIDAD BRUTA}{VENTAS} = UTILIDAD \% VENTAS$

$$\frac{105\ 692,000}{185\ 511,000} = .57$$

$$= .57 \times 100 = 57$$

$$E) \quad \text{ROTACION DE CAPITAL} \times \text{UTILIDAD \% VENTAS} = \text{RETORNO DE LA INVERSIÓN BRUTO}$$

$$3.02 \quad \times \quad 57 \quad = \quad 172.14$$

Si suponemos que para utilidades mayores de 500,000 - se paga el 42% de impuesto sobre la renta, obtenemos lo siguiente:

$$\begin{array}{r} 105\,692,000 \quad \text{-----} \quad 100\% \\ \quad \quad \quad \times \quad \quad \quad \text{-----} \quad 42\% \\ \hline X = \quad 44\,390,640 \end{array}$$

$$F) \quad \text{UTILIDA BRUTA - IMPUESTOS} = \text{UTILIDAD NETA}$$

$$105\,692,000 - 44\,390,640 = 61\,301,360$$

$$G) \quad \frac{\text{UTILIDAD NETA}}{\text{VENTAS}} = \text{UTILIDAD \% VENTAS NETO}$$

$$\frac{61\,301,360}{185\,511,000} = .33 \quad \text{-----} \quad 33\%$$

$$H) \quad \text{ROTACION DE CAPITAL} \times \text{UTILIDAD \% VENTAS NETO} = \text{ROI NETO}$$

$$3.02 \quad \times \quad 33 \quad = \quad 99.66\%$$

El ROI neto descrito en el inciso H corresponde a un período de 5 años; es decir la inversión es recuperable en ese plazo; lo que da una excelente perspectiva al inversio

nista. La rentabilidad anual sera de:

$$\frac{99.66}{5} = 19.93$$

$$\text{ROI}_{\text{neto anual}} = 19.93 \%$$

Valor excelente para este tipo de plantas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al analizar los datos obtenidos en el estudio realizado a la paja de trigo como materia prima para la producción de celulosa se establecen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1) Se requiere utilizar residuos agrícolas que complementen la producción de celulosa debido a su creciente consumo.
- 2) La utilización de la paja de trigo proporciona resultados aceptables tanto en calidad como en costo, para producir pulpas celulósicas.
- 3) El precio de venta compete satisfactoriamente en el mercado.
- 4) La cantidad de materia prima disponible asegura una regularidad en los suministros, y una calidad aceptable.
- 5) La facilidad de recolección y el costo de transporte influyen favorablemente en el aspecto económico.
- 6) Experimentalmente se ha probado que la pulpa celulósica obtenida posee características adecuadas para la elaboración de papeles industriales como el medium y el liner.
- 7) El reactivo utilizado es de bajo costo y fácil de obtener.
- 8) El alto rendimiento en el proceso favorece en gran manera su utilización.
- 9) El licor puede ser utilizado como fertilizante, lo cual mejora el balance económico de la Planta.
- 10) Los licores residuales son indudablemente menos contaminantes que aquellos producidos por los procesos a la

sosa o al monosulfito de sodio.

- 11) Debido a las condiciones tan favorables que presenta el Estado de Baja California Norte, se recomienda la instalación de la Planta en ese Estado.
- 12) La evaluación económica resulta positiva para una - Planta que produzca 50 Ton. diarias de pulpa celulósica.
- 13) Los costos de operación son inferiores al precio de venta en un porcentaje adecuado para obtener una rentabilidad atractiva.

B I B L I O G R A F I A

- (1) BALTAR, A., F. PEDRAO, H. CALDERON, B. ROITMAN., GUIA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS. 2a. Edición, Siglo Veintiuno Editores, S. A., México, D. F. 1974.
- (2) RENTERIA, L. E., OBTENCION DE PAJA CELULOSICA A LA CAL A PARTIR DE PAJA DE TRIGO PARA LA FABRICACION DE PAPELES INDUSTRIALES., Tesis., México, D.F. 1975.
- (3) LIBBY, E., CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL., 1a. Edición, CECSA., México, D. F. 1974.
- (4) GRANT, J., MANUAL SOBRE LA FABRICACION DE PULPA Y PAPEL., 2a. Edición, CECSA., México, D.F. 1970.
- (5) ARANGUREN, F., MEMORIA DEL VI CONGRESO NACIONAL DE INDUSTRIALES, VI, 158 (1970).
- (6) YAMANE, T., ESTADISTICA., 3a. Edición, Harla, S. A. - de C. V., México, D.F. 1973.
- (7) DE LAS FUENTES, R. J., DATOS BASICOS DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA., 1a. Edición, Comisión Nacional Editorial PRI., México, D. F. 1971.
- (8) FACTORES DE VIABILIDAD ECONOMICA PARA LA INVERSION EN LE ESTADO DE BAJA CALIFORNIA NORTE., 1a. Edición, Comité Promotor del Desarrollo Socioeconómico del Estado de Baja California Norte, Mexicali, 1975.
- (9) NORIEGA V. S., M. SANCHEZ LUGO., LA ECONOMIA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA., 1a. Edición, Banco de Comercio, S. A., México, D.F. 1968.
- (10) VILBRANDT, F. C., C. E. DRYDEN., CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN., 4a. Edición., Mc. Graw-Hill Kogakusha. Tokio., 1967.

- (11) PETERS, M. S., K. D. TIMMERHAUS., PLANT DESIGN AND -
ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS., 2a. Edición., Mc.
Graw-Hill Book and Co. Inc., Nueva York., 1968.