



4
Zoj-

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ZARAGOZA"

"INGENIERIA Y ESTIMACION DE LA
INVERSION PARA LA AMPLIACION DE UNA
PLANTA PRODUCTORA DE CELULOSA"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
PRESENTAN:
CARRERA MANRIQUEZ RAMON
NACIF SALGADO JORGE HUMBERTO

México, D. F.

1992



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 está 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.

I N D I C E

	Página
<u>Introducción</u>	1
 CAPITULO I	
ESTUDIO DE MERCADO	3
1.- El proceso de producción.....	3
2.- Especificaciones del producto.....	14
3.- El producto en el mercado.....	15
4.- Estudio de la oferta y la demanda.....	20
5.- Disponibilidad de materia prima.....	35
 CAPITULO II	
INGENIERIA	38
1.- Bases de diseño.....	39
2.- Balance de materia y energía.....	47
3.- Depuración del proceso instalado.....	64
4.- Diagrama de flujo de proceso.....	67
5.- Cálculo y diseño de los equipos necesarios...	67
6.- Localización de los nuevos equipos, de acuer- do a la infraestructura.....	77
7.- Instrumentación general.....	78

Página

CAPITULO III

ESTIMACION DE LA INVERSION.....	83
1.- Métodos de estimación de costos.....	84
2.- Costo del equipo.....	85
3.- Estimación de la inversión requerida.....	87
4.- Estimación del costo de ingeniería.....	97
<u>Conclusiones</u>	102
<u>Bibliografía</u>	103

I N T R O D U C C I O N

Clásicamente en la industria del papel en el mundo, la materia prima principal es la celulosa o pulpa de madera. Si bien la madera en general produce celulosa aceptable para la fabricación de papeles de escribir e imprimir, ésta no es la única materia prima, existen alternativas como es la utilización del bagazo de caña azucarera, la paja de arroz, la paja de trigo, el bambú y finalmente una fibra que se considera aún como prospecto, que es la crotalaria.

En México, la finalidad de obtención del bagazo de caña de los ingenios a un precio equivalente a combustible ha permitido el desarrollo de la industria de la celulosa y el papel; utilizando como materia prima el bagazo de caña de azúcar.

Sin embargo, el desarrollo que se ha tenido en la producción de celulosa a partir de bagazo de caña, no ha sido satisfactorio para cubrir la demanda nacional teniendo a la fecha un déficit en relación al consumo aparente del 29%.

Con estos antecedentes es claro que el déficit de celulosa debe cubrirse en gran parte con el producto del bagazo de caña. ¿Por qué pensar en bagazo de caña y no en madera?.

- 1.- Se carece de infraestructura social y material para un buen control de la explotación.
- 2.- El manejo de materiales se hace difícil por lo accidentado de la topografía de los bosques.
- 3.- Problemas continuos de tenencia de la tierra y constantes fricciones entre la población.

Estos y otros factores son la causa de que el costo de la madera para celulósicos en México, esté considerado como el más alto del mundo y no sea por ello posible pensar en abastecer el mercado nacional con productos de madera.

Es conveniente en este momento analizar las tendencias de crecimiento del mercado del papel y considerar la ampliación de una planta productora de celulosa, objetivo principal de este trabajo, y simultáneamente realizar un estimado particular de la inversión en una planta existente.

En el presente trabajo se realizó un estudio de mercado del producto celulósico y papelerero, con la finalidad de conocer más a fondo la problemática. Analizando el mercado se procedió a la revisión del proceso de producción y se realizó la ingeniería necesaria como soporte, para lograr la estimación de la inversión de capital requerido.

C A P I T U L O I

ESTUDIO DE MERCADO

Este capítulo comprende los apartados necesarios, que nos ubicarán en el panorama de mercado en el cual se encuentra actualmente la industria de la celulosa y el papel. Los temas a tratar son:

- 1.- El proceso de producción.
- 2.- Especificaciones del producto.
- 3.- El producto en el mercado.
- 4.- Estudio de la oferta y la demanda.
- 5.- Disponibilidad de materia prima.

1.- EL PROCESO DE PRODUCCION

El proceso consta de siete etapas principales:

- a) Manejo de bagazo
- b) Digestión
- c) Clasificación húmeda o depuración gruesa

- d) Lavado de pulpa cruda
- e) Depuración fina
- f) Etapa de blanqueo
- g) Manejo de producto terminado

A continuación se describe cada etapa:

a).- Manejo de bagazo

El inicio de la producción de la celulosa no se da propiamente en la planta de proceso ya que la parte primordial de dicho proceso es la recolección y manejo de materia prima.

Los puntos de recolección del bagazo de caña son los propios ingenios azucareros. Para obtener el bagazo necesario se cuenta con equipos de desmedulado que permiten por medio de un sistema integral de clasificación de partículas llevar a la planta de proceso únicamente fibra con alto contenido de celulosa y dejar en los ingenios la médula que se utilizará como combustible de sus calderas. El bagazo en fibra es altamente voluminoso por lo que antes de ser embarcado se somete a un proceso de compactación que incrementa su peso por unidad de volumen hasta 3.5 veces más que el original. Con el desmedulado y compactado el costo de transporte se reduce hasta en un 30% de lo que se tendría si no se desmedulara y compactara.

El bagazo desmedulado y compactado se recibe en la plan-

ta de celulosa donde es dosificado a los equipos de lavado y -
remoción de azúcar para evitar la fermentación alcohólica du--
rante su procesamiento y almacenamiento.

Esta unidad de tratamiento del bagazo debe contar tam- -
bién con equipos centrifugos de desmedulación para prever y -
controlar el porcentaje de finos en el proceso, reduciendo los
sólidos suspendidos en el efluente.

Una parte del bagazo lavado se alimenta directamente al
proceso de digestión y el sobrante al almacenamiento en patios.
Este bagazo almacenado en los patios será utilizado durante el
periodo de no zafra en los ingenios.

El lavado de bagazo se hace utilizando una tina de flota
ción e impregnación que emplea agua recirculada del mismo sis-
tema con objeto de eliminar impurezas como piedras, fierro y -
otros materiales pesados e impregnar el bagazo para la extrac-
ción de los azúcares mediante una centrifuga instalada a la -
descarga de la tina.

El bagazo proveniente de la centrifuga se distribuye me-
diante transportadores de tablillas y de banda, previa medi- -
ción del volumen, parte a digestión y parte al almacén. El al-
macenamiento se efectúa en patios de 15 a 30 mil m² o más en -
pilas de quince metros de altura empleando para el movimiento
traxcavos.

El agua saliente del centrífugo se lleva a un tratamiento de filtración para separar la médula suspendida en el líquido, el líquido filtrado se lleva a un tanque de almacenamiento de agua del cual se está restableciendo al sistema de lavado y flotación.

Durante la época de no zafra el reclamo del bagazo almacenado se efectuará empleando los mismos traxcavos y empleando también los sistemas de dosificación y alimentación ubicados - en puntos claves de acuerdo a la configuración del área de almacenamiento y este bagazo se incorpora al sistema de alimentación del digestor que es utilizado durante todo el año. El bagazo obtenido al final de esta etapa se denomina fibra apta.*

b).- Digestión

El bagazo proveniente de la etapa de manejo de bagazo se lleva por medio de transportador de banda, debidamente dosificado, a un digestor continuo presurizado. La alimentación a los tubos presurizados se efectúa con un gusano helicoidal cónico denominado "SCREW FEEDER", el cual forma con el mismo bagazo un sello mecánico al reducir la garganta de la carcasa - del gusano, evitando así que escape el vapor. (Fig. 1) Conjuntamente con el bagazo se alimenta sosa cáustica y vapor saturado de la planta de fuerza, obteniendo una presión de 8.5 kg/cm^2 , y una temperatura de 175°C a régimen permanente por un tiempo

* El término "fibra apta" se refiere al bagazo libre de médula e impurezas, listo para el proceso de digestión.

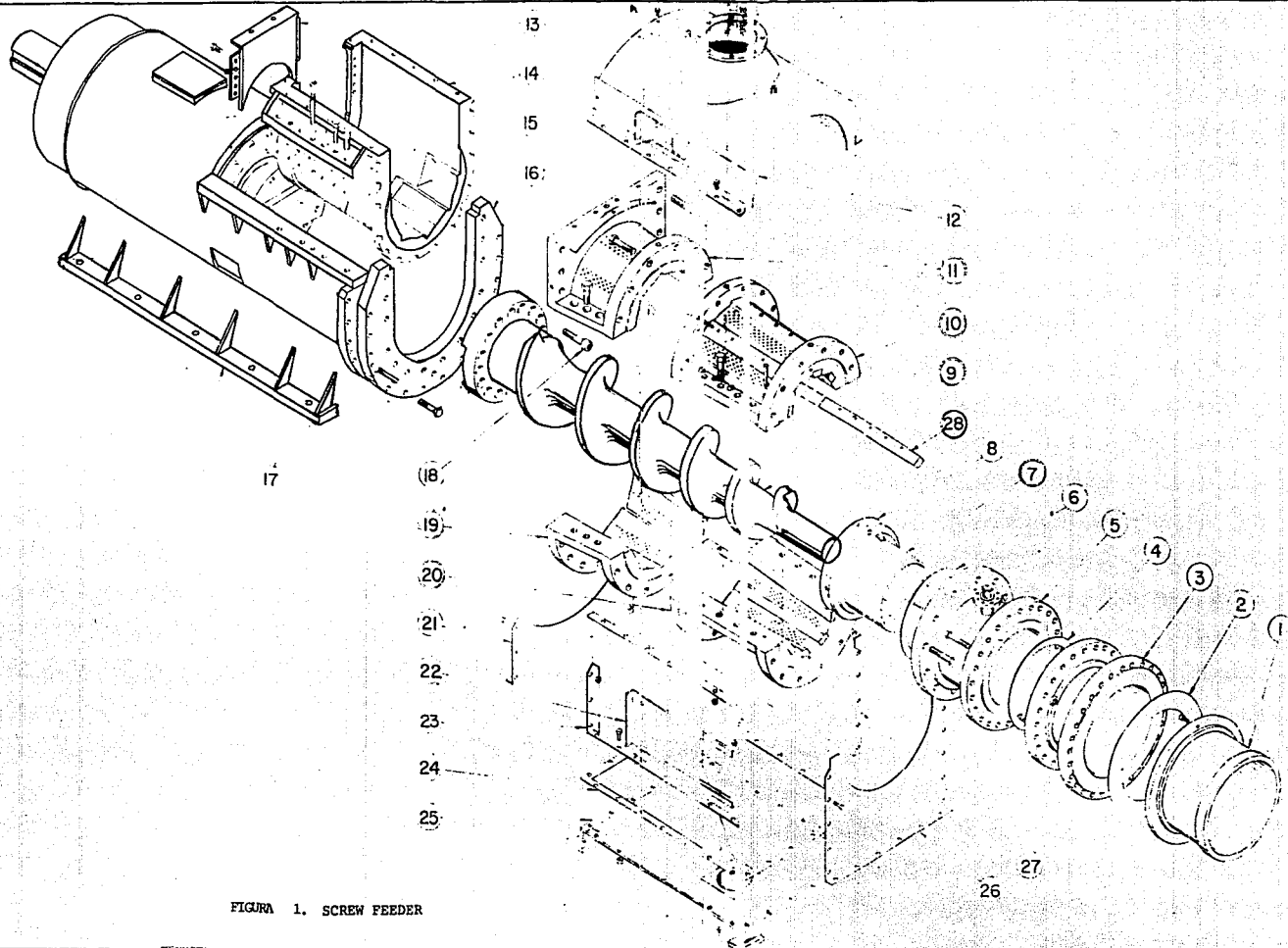


FIGURA 1. SCREW FEEDER

de residencia de 30 minutos para lograr la formación de la hidroxilignina soluble en agua y aislar de esta forma la celulosa, obtenida como pulpa termoquímica. A la salida del digestor se encuentra una válvula especial denominada "BLOW VALVE" que funciona como reguladora de presión dividiendo en dos cámaras, la línea de descarga y los tubos del digestor a 0.352 kg/cm^2 - manométricos y 8.5 kg/cm^2 manométricos, respectivamente.

La sosa cáustica alimentada al digestor normalmente se maneja a 100 g/l y proviene de una planta de recuperación de reactivos químicos en términos generales, aunque el 15% se debe comprar al mercado nacional o internacional.

La pulpa que sale de digestión se envía a un tanque llamado "BLOW TANK" el cual recibe la pulpa a una concentración (CONSISTENCIA) del 12%. La pulpa en este punto es de un color café oscuro casi negro y es característico de la lignina disuelta en la solución cáustica.

Esta etapa de digestión es importante en la producción de celulosa ya que es aquí donde se solubilizan la lignina y las hemicelulosas, que son las materias indeseables dentro del proceso, para poder eliminarlas por medio de lavado.

c).- Clasificación húmeda o depuración gruesa

La pulpa que llega al BLOW-TANK del digestor se diluye con licor negro (solución cáustica de lignina) proveniente de

la primer etapa de lavado, una vez diluida la pulpa se bombea a unas cribas vibratorias donde el material se clasifica en dos corrientes.

a) Particulas aceptadas con $D_p^* \leq 2 \text{ mm.}$

b) Particulas rechazadas con $D_p > 2 \text{ mm.}$

La corriente b) se recircula nuevamente al proceso. La corriente a) pasa al proceso de lavado.

d).- Lavado de pulpa cruda

A la pulpa proveniente de la clasificación primaria se le denomina pulpa cruda y debe pasar por una serie de tratamientos antes de que pueda ser producto apto para procesarse como papel para impresión. El primer tratamiento es el lavado, cuyo objetivo es el de eliminar en su totalidad el licor negro y obtener una pulpa adecuada para el proceso de blanqueo.

El lavado se efectúa en filtros de tambor rotatorios con tínuos al vacío en cuatro etapas a una presión de 42 cm Hg de vacío; la pulpa entra a cada paso a un promedio de 1.5% de con sistencia y es descargada al 10%, el lavado se efectúa a con tracorriente lo que se hace para reducir el consumo de agua fresca y agregarla únicamente en la cuarta y última etapa del lavado. Este es el motivo de tener esta cantidad de lavadoras

* D_p . Diámetro de partícula.

ya que empleando agua limpia para el lavado, la concentración de licor se reduciría a los niveles deseados en dos etapas.

e).- Depuración fina

La pulpa que se descarga del filtro rotatorio, denominado de tercer lavado, es enviada a una torre de dilución, se le agrega licor proveniente de la cuarta etapa de lavado hasta - llevar a la pulpa a una consistencia de 0.5%. El equipo cuenta con un sistema de agitación para lograr una composición uniforme, la pulpa en estas condiciones es bombeada con una bomba centrífuga a un clasificador de partículas tipo rotor dinámico. Al final de este proceso se obtienen dos corrientes: la primera con un $D_p > 1.6$ mm. que es recirculada al proceso de digestión; la segunda corriente con $D_p \leq 1.6$ mm. es conducida a la cuarta lavadora (filtro rotatorio continuo) sección en la que se incrementa nuevamente la consistencia para llegar a las condiciones requeridas en la etapa de blanqueo y eliminar a la vez, el licor remanente en la pulpa.

f).- Etapa de blanqueo

Esta etapa al igual que la digestión es importante para tener una buena calidad de pulpa.

La pulpa proveniente de las lavadoras se pasa a un preclorador con el objeto de abatir primeramente el pH de 9, que

es descargado, hasta 5 ó 4 unidades si es posible, para tal fin se emplea agua ácida proveniente del tanque de sello del filtro rotatorio que sirve para espesar la pulpa clorada. Después de abatir el pH la pulpa se bombea a un reactor tubular, donde se agrega cloro gaseoso en relación de 4 - 5% sobre base seca de pulpa; en este reactor llamado Torre de Cloración se efectúa una reacción del cloro con la lignina remanente para formar cloroligninas solubles.

De acuerdo con la experiencia se ha determinado que la reacción de cloración llega a un rendimiento del 95% o más en un tiempo de 35 minutos de contacto. La cloración se efectúa en fase líquida propiamente, ya que el flujo de pulpa es 30 veces mayor al del cloro alimentado.

La pulpa clorada se descarga por gravedad a un espesador, que consiste en un filtro rotatorio continuo al vacío de tipo tambor. El espesador descarga la pulpa a un ducto rectangular donde se agrega, en forma de cortina húmeda, sosa cáustica diluida para efectuar posteriormente una extracción alcalina bajo el mismo principio de la digestión.

La mezcla cáustica pasa a una torre que opera a una presión atmosférica y a una temperatura de 41°C para hacer reaccionar a la lignina que no se oxidó con el cloro y posteriormente eliminarla por medio de un lavado en un tambor de filtros rotatorios continuos al vacío. El rociador del filtro de lavado de pulpa alcalina descarga agua proveniente del tanque

de sello de la lavadora de pulpa blanca o hipoclorada.

El filtro de extracción cáustica descarga la torta sobre un transportador helicoidal al cual se le agrega también una solución de hipoclorito de sodio, realizando la función de pre-mezclador. El transportador helicoidal descarga a un mezclador de paletas para lograr la homogenización de la pulpa y pasarla posteriormente a una torre donde se concluye la oxidación de la lignina remanente y se obtiene la pulpa blanca.

El proceso de blanqueo descrito no es el único existente hay de más etapas y empleando otros reactivos de alto poder oxidante como lo es el cloro.

El proceso anterior se conoce como "C E H" que quiere decir Cloración-Extracción-Hipocloración. Otro proceso es "CDOCEH" que indica Cloración, Dioxidación, Oxigenación, Cloración, Extracción e Hipocloración; en síntesis, el método y las etapas varían según los requerimientos de calidad y de costo que se quieran obtener en cada planta en particular considerando la competencia mercantil.

g).- Manejo de producto terminado

La pulpa que descarga la torre de hipocloración es diluida a 3.0% de consistencia * para poder manejarla por medio de -

* Consistencia. Concentración de celulosa/unidad de volumen de solución.

bombeo, ya que la consistencia de operación de la torre es de 10.0 - 11.0%, teniendo una pulpa de difícil manejo, la pulpa diluida se envía a tanques de almacenamiento intermedio antes de su lavado.

De los tanques se envía por bombeo a un sistema de depuración hidrocéntrico en equipos BAUER, KAMYR o de otro tipo hidrociclónico, para eliminar arenillas que lleguen a ser - - arrastradas dentro de la fibra de bagazo, también se extraen - algunos nudillos pesados; este proceso de centrifugación se - efectúa a una consistencia de 1.0% para tener una buena separación de partículas; una vez depurada la pulpa se envía a un es pesador que eleva la consistencia 10% y a la vez elimina el - exceso de hipoclorito que ocasionalmente pueda tener la pulpa por alguna falla en la operación.

El espesador descarga a un tanque de almacenamiento de - alta consistencia en el cual se retiene la pulpa antes de enviarla a la sección de laminación, las laminadoras o formadores son filtros rotatorios al vacío igual que las lavadoras, - pero cuentan con accesorios que le ayudan a la formación de - una hoja continua que se pasa por un sistema de prensas y un - sistema de doblado de hoja automática que va llenando las tari mas que se enviarán a las fábricas de papel.

La humedad más apropiada para el manejo del producto ter minado es de 60% para evitar impermeabilización y consecuentemente problemas en la sección de preparación de pulpas de la -

máquina de papel.

2.- ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

El producto obtenido listo para entrar al mercado de las materias primas para la fabricación de papel debe cumplir con ciertas características.

Algunas de sus propiedades son:

- Cristalinidad promedio	(%)	70
- Calor específico	(Cal/g °C)	0.330
- Punto de ignición	(°C)	290
- Calor de combustión	(Cal/g)	4165
- Constante dieléctrica		2.2
- Densidad	(g/cm ³)	1.45

Este conjunto de propiedades resulta importante para algunos balances de materiales y de energía sin embargo, para la fabricación de papeles de impresión resulta importante el grado de blancura, drenabilidad, elongación de la fibra y longitud de ruptura de la misma. Aunque no existen normas sobre las propiedades que debe cubrir el producto se considera que los siguientes valores son aceptables para los fabricantes de papel.

- Blancura	80	°GE (GRADOS GENERAL ELECTRIC)
- °CS FREENES	500	(CANADIAN STANDAR FREENES)
- Elongación %	2.0	
- Longitud de ruptura (mm)	7000	

Los °CS Freenes es la medida de drenabilidad de la pulpa y para su determinación se emplea un equipo como el mostrado en la Fig. 2. Los parámetros elongación y longitud de ruptura son representativos de la calidad de la fibra y del menor o mayor grado de aislamiento de la misma en su medio nativo.

3.- EL PRODUCTO EN EL MERCADO

De acuerdo a las cifras presentadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en 1990, el Producto Interno Bruto (PIB) del sector papelerero-celulósico, creció 5.7% en relación a 1989. La capacidad instalada para la producción de celulosa en 1990 representó 1 millón 139 mil toneladas; esta capacidad está distribuida en 75 plantas en 17 estados de la República y se da empleo a 34,056 personas en forma directa.

En 1990 la producción total de celulosa y pastas decreció 3.4% con respecto a 1989. Al analizar la producción de químico-termomecánica creció 21.1% y la de celulosa al sulfato sin blanquear decreció 6.3%.

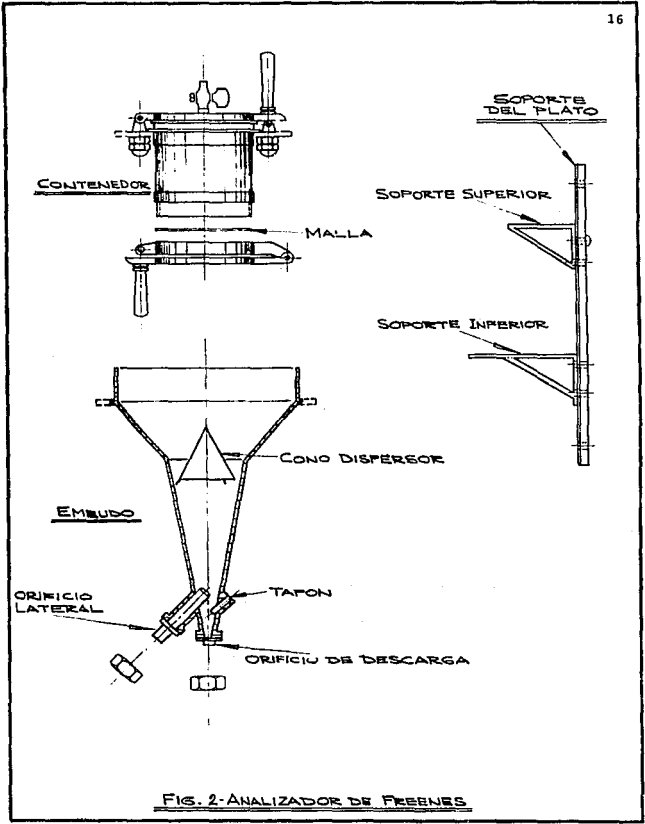


FIG. 2-ANALIZADOR DE FRENES

Actualmente de las plantas mencionadas sólo tres se dedican a la producción de celulosa de bagazo blanqueado según se observa en la matriz de empresas productoras de celulosa y papel. (Fig. 3)

Las plantas que fabrican actualmente pulpa de bagazo, lo hacen dos de ellas, para consumo de sus propias fábricas de papel y sólo una se dedica a la comercialización directa del producto después de satisfacer su demanda interna.

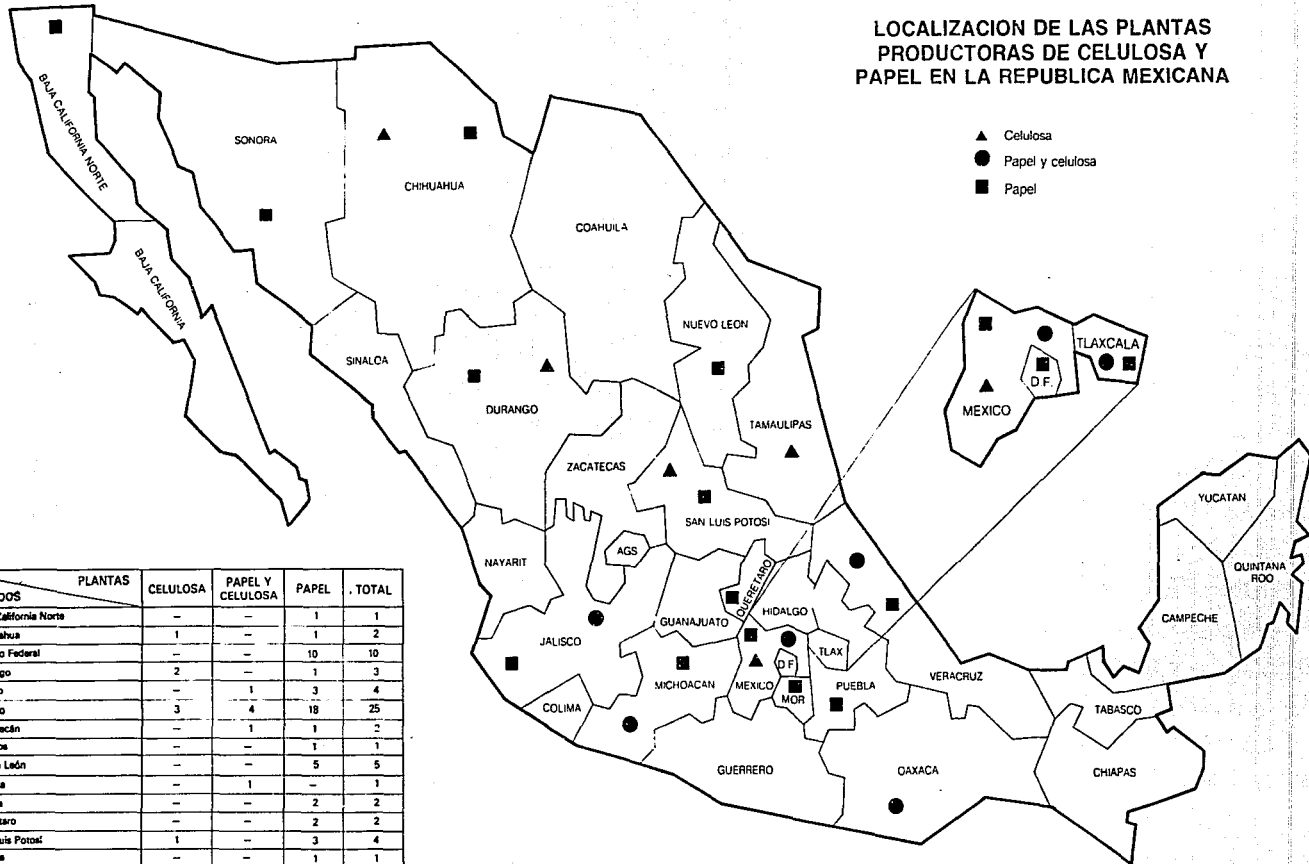
Por lo analizado en los párrafos anteriores se observa que las fábricas que dependen del proveedor de pulpa de bagazo pueden en cualquier momento quedar desabastecidas y deben entonces incluir en sus fabricaciones pulpa reciclada o bien, fibras cortas de madera que en principio resultan con un costo mayor y técnicamente no permiten obtener las propiedades de consistencia y opacidad que son intrínsecas de la materia prima de fabricación.

La forma más conveniente para asegurar el abastecimiento a las plantas de papel no es creando una planta que produzca celulosa únicamente, sino ampliando la capacidad de alguna de las plantas existentes. ¿Por qué ampliar únicamente? La razón es que los costos de capital son menores ya que se tiene una infraestructura de adquisición de materia prima y, en momentos de crisis de distribución de productos se puede incrementar el consumo en sus instalaciones de fabricación de papel.

LOCALIZACION DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE CELULOSA Y PAPEL EN LA REPUBLICA MEXICANA

- ▲ Celulosa
- Papel y celulosa
- Papel

ESTADOS	PLANTAS	CELULOSA	PAPEL Y CELULOSA	PAPEL	TOTAL
Baja California Norte	—	—	—	1	1
Chihuahua	1	—	—	1	2
Distrito Federal	—	—	—	10	10
Durango	2	—	—	1	3
Jalisco	—	—	1	3	4
México	3	—	4	18	25
Michoacán	—	—	1	1	2
Morelos	—	—	—	1	1
Nuevo León	—	—	—	5	5
Oaxaca	—	—	1	—	1
Puebla	—	—	—	2	2
Quintana Roo	—	—	—	2	2
San Luis Potosí	1	—	—	3	4
Sonora	—	—	—	1	1
Tamaulipas	1	—	—	—	1
Tlaxcala	—	—	1	3	4
Veracruz	—	—	2	3	5
TOTAL		8	10	55	73



En la tabla I "PRODUCCION POR TIPOS Y SU PARTICIPACION - RELATIVA" se muestra el mercado de producción y la participación parcial de los diferentes tipos de pulpas.

4.- ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

En la década de los 80's el consumo aparente de pulpa fabricada a partir de plantas anuales, cuyo principal contribuyente es el bagazo (99.25%), fué igual a su producción; sin embargo, esto no implica que no sea posible el uso de mayor volumen de pulpa, lo que sucede es lo siguiente;

a) Pulpa de madera

Humedad de embarque 14%

Base: 1 tonelada húmeda

Pulpa 100% = 860 kg.

Agua como humedad 14% = 140 kg.

b) Pulpa de bagazo

Humedad de embarque 75%

Base: 1 tonelada húmeda

Pulpa 100% = 250 kg.

Agua como humedad 75% = 750 kg.

TABLA I.

PRODUCCION DE CELULOSA POR TIPOS Y SU PARTICIPACION RELATIVA

(Toneladas Métricas)

TIPOS \ AÑOS	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
CELULOSA QUIMICA DE MADERA										
Química de madera al sulfato blanqueada	221,884 25.9%	209,424 28.0%	188,750 24.9%	219,995 27.5%	224,220 27.3%	201,061 26.0%	191,667 24.6%	183,819 22.7%	209,735 28.2%	196,521 25.5%
Química de madera al sulfato blanqueada de fibra corta	13,715 1.8%	22,233 3.0%	22,296 2.9%	26,709 3.3%	29,347 3.6%	31,210 4.0%	27,601 3.5%	32,258 4.0%	28,101 3.5%	30,836 4.0%
Química de madera al sulfato sin blanquear	177,510 23.9%	181,672 24.3%	193,514 25.5%	180,904 22.6%	201,421 24.6%	189,794 24.6%	218,918 28.0%	217,085 26.8%	175,613 22.0%	164,574 21.3%
Química de madera al sulfato blanqueada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Química de madera al sulfato sin blanquear	8,119 1.1%	9,014 1.2%	9,894 1.3%	10,063 1.3%	7,366 0.9%	--	--	--	--	--
Subtotal	421,228 56.7%	422,343 56.5%	414,454 54.6%	437,671 54.7%	462,354 56.4%	422,085 54.6%	438,178 56.1%	433,162 53.5%	413,449 51.7%	391,931 50.8%
CELULOSA QUIMICA DE PLANTAS ANUALES										
Química de bagazo de caña blanqueada	225,892 30.4%	237,056 31.7%	247,606 32.6%	254,331 31.8%	229,039 28.0%	216,800 28.1%	224,980 28.8%	245,091 30.3%	256,872 32.2%	252,102 32.7%
Química de bagazo de caña sin blanquear	37,046 5.0%	27,752 3.7%	33,630 4.4%	35,222 4.4%	16,021 2.0%	6,821 0.9%	--	--	--	--
Química de paja de trigo o cebada sin blanquear	1,848 0.3%	1,398 0.2%	1,896 0.3%	2,172 0.2%	2,431 0.3%	2,342 0.3%	2,412 0.3%	2,152 0.3%	2,429 0.3%	1,916 0.2%
Química de borra de algodón blanqueada ¹	2,756 0.4%	2,502 0.3%	1,048 0.1%	--	--	--	--	--	--	--
Subtotal	267,541 36.1%	268,708 35.9%	284,180 37.4%	291,725 36.4%	248,391 30.3%	225,963 29.3%	227,392 29.1%	247,243 30.6%	259,301 32.5%	254,018 32.9%
PASTA MECANICA DE MADERA ²	50,028 6.7%	53,410 7.1%	56,130 7.4%	65,481 8.2%	102,944 12.5%	117,472 15.2%	107,502 13.8%	118,062 14.6%	126,293 15.8%	125,896 16.3%
OTRAS CELULOSAS ³	3,686 0.5%	3,658 0.5%	4,718 0.6%	5,765 0.7%	6,727 0.8%	7,019 0.9%	7,465 1.0%	10,750 1.3%	--	--
TOTAL	742,483 100.0%	748,119 100.0%	759,480 100.0%	800,642 100.0%	820,410 100.0%	772,539 100.0%	780,535 100.0%	809,217 100.0%	799,043 100.0%	771,845 100.0%

NOTAS:

1 Únicamente la destinada a la fabricación de papel.

2 En los años de 1988, 1989 y 1990, se incluye pasta química termomecánica y termomecánica.

3 Incluye fibra regenerada.

FUENTE: Datos de las fábricas.

Relacionado 860/250 = 3.44 se observa que el costo por flete es casi 3 y media veces mayor si se transporta pulpa de bagazo que si se trajera pulpa de madera.

Analicemos un caso en particular:

Una planta productora de papel se localiza en el Km. 24.0 de la carretera libre México-Puebla, si se requieren transportar 100 toneladas de celulosa producida en el Estado de Morelos, ¿cuál es el costo de transporte?

- a) Si es celulosa de madera.
- b) Si es celulosa de bagazo de caña.

Datos adicionales:

Kilómetros de recorrido total del transporte = 130 km.

(+) Cuota por tonelada en trailer con capacidad nominal de 25 toneladas = \$29,730/tonelada

Resolviendo el inciso a):

100 toneladas de celulosa de madera (100%)

100 ----- 0.86

x ----- 1.00

x = $\frac{100 \text{ toneladas (1.0)}}{0.86}$

x = 116.279 toneladas.

(+) Tarifa 1991. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El resultado obtenido es el total de material a transportar incluyendo el agua que lleva la celulosa.

Calculemos ahora el número de viajes necesarios para llevar la celulosa a la planta de papel.

$$\frac{116.279 \text{ toneladas}}{25 \text{ toneladas/viaje}} = 4.651 \text{ viajes}$$

De lo anterior observamos que se deben realizar 5 viajes.

El costo por viaje se obtiene multiplicando el costo por tonelada, por la capacidad nominal del vehículo.

$$\begin{aligned} \text{Costo de un viaje} &= \$ 29,730/\text{ton.} \times 25 \text{ ton.} \\ &= \$ 743,250.00 \end{aligned}$$

$$\text{Costo total} = \$ 743,250.00 \times 5 = 3'716,250.00$$

Resolviendo en inciso b):

100 toneladas de celulosa de bagazo (100%)

100 ----- 0.25

x ----- 1.0

$$x = \frac{100 \text{ toneladas (1.0)}}{0.25}$$

x = 400.0 toneladas

Este valor es el de la masa total a transportar, incluyendo el agua que contiene el producto.

$$\frac{400 \text{ toneladas}}{25 \text{ toneladas/viaje}} = 16 \text{ viajes}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \$ 743,250.00 \times 16 \\ &= \$ 11'892,000.00 \end{aligned}$$

Es claro que el productor de papel, por muy barato que - consiguiera el bagazo en el extranjero no lo importaría por los altos costos que le originaría en el manejo; técnicamente se - puede pensar que reduciendo la humedad se podría manejar el bagazo, pero eso no es posible en la práctica debido a las características de la fibra, por ser corta (1 - 3 mm.) se torna - quebradiza al prensarla y tratar de reducir el contenido del - agua; la segunda razón, es difícil manejarla en los "pulpers" - de las máquinas de papel. De lo anterior se deduce que el pape- lero importará pulpa de madera en caso de no tener bagazo en el mercado nacional. En la tabla II se observa claramente la ten- dencia creciente a la importación de pulpa en la década de los 80's.

Para continuar analizando la demanda de pulpa es conve- niente mirar rápidamente lo que sucede en el mercado de papel, ya que de la apertura de éste depende la planeación de la pulpa que es materia prima del mismo.

CONSUMO APARENTE DE CELULOSA POR TIPOS

(Toneladas Métricas)

CONCEPTO	AÑOS									
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
CELULOSA QUÍMICA DE MADERA										
Al Sulfato										
Producción	413,109	413,329	404,500	427,508	454,989	422,065	438,178	433,162	413,449	391,931
Importación	75,773	96,662	151,555	206,906	285,987	306,077	436,070	304,720	255,852	270,706
Exportación	—	—	—	—	—	—	20,328	48,578	30,578	22,012
Consumo aparente	488,882	509,991	556,115	634,514	720,975	728,162	854,818	689,204	638,623	646,624
Al Sulfito										
Producción	8,119	9,014	9,894	10,063	7,366	—	—	—	—	—
Importación	9,845	13,652	2,741	5,461	4,662	6,229	8,047	7,728	1,126	1,932
Exportación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Consumo aparente	17,964	22,666	12,635	15,524	12,028	6,229	8,047	7,728	1,126	1,932
Subtotal										
Producción	421,228	422,343	414,454	437,671	462,354	422,066	438,178	433,162	413,449	391,931
Importación	85,618	110,314	154,296	212,367	270,649	312,306	445,017	312,448	256,578	270,697
Exportación	—	—	—	—	—	—	20,328	48,578	30,578	22,012
Consumo aparente	506,846	532,657	568,750	650,038	733,003	734,391	862,865	696,932	639,749	646,616
Química de plantas anuales										
Producción	267,541	268,708	284,180	291,725	248,391	225,963	227,392	247,243	259,301	254,018
Importación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Exportación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Consumo aparente	267,541	268,708	284,180	291,725	248,391	225,963	227,392	247,243	259,301	254,018
PASTA MECÁNICA DE MADERA¹										
Producción	50,028	53,410	56,130	65,481	102,944	117,472	107,502	118,062	126,293	125,896
Importación	35,667	18,282	8,649	15,715	40,238	33,164	25,562	43,574	47,342	57,039
Exportación	—	—	—	—	—	—	—	3,778	400	1,336
Consumo aparente	85,695	71,692	64,779	81,196	143,182	150,636	133,064	157,858	173,236	181,589
OTRAS										
Producción	3,686	3,658	4,716	5,765	6,727	7,019	7,465	10,750	—	—
Importación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Exportación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Consumo aparente	3,686	3,658	4,716	5,765	6,727	7,019	7,465	10,750	—	—
TOTAL										
Producción	742,483	748,119	759,480	800,642	820,410	772,539	780,535	809,217	799,043	771,645
Importación	121,285	128,576	162,945	228,082	310,887	345,470	470,579 ²	356,022 ²	304,320 ²	335,739
Exportación	—	—	—	—	—	—	20,328	62,456	31,078	23,348
Consumo aparente	863,768	876,695	922,425	1,028,724	1,131,303	1,118,009	1,230,786	1,112,763	1,072,286	1,084,233

1 En los años 1988, 1989 y 1990, se incluye pasta química-termomecánica y termomecánica.

2 Este volumen incluye importaciones definitivas, temporales e intertemporales.

FUENTE: Datos de las fábricas, Dirección General de Aduanas y Banco de México.

La producción total del papel durante 1990 registró un crecimiento de 4.9%; los papeles de escritura e impresión la incrementaron en 6.0%; los de empaque en 4.1% y el sanitario y facial en 9.5%. Este crecimiento se observa claramente en la tabla III.

Aún con el crecimiento dado durante los últimos diez años, en el volumen de producción, se tiene un déficit de 6.5% promedio que se cubre con importaciones en los papeles de impresión y escritura; esto se observa más detalladamente en la tabla IV.

Por lo tanto, con un mercado creciente de papel se espera un incremento compensatorio de producción en las plantas de pulpa y, principalmente, de las de bagazo, ya que es un producto anual rápidamente renovable.

Para el rubro celulosa de madera blanqueada (ver tabla V), se tiene un déficit de 236 mil toneladas por año, según la proyección de los especialistas. Actualmente (1991) para la pulpa de bagazo, se cuenta con una capacidad instalada de 305 mil toneladas anuales y de acuerdo con los análisis de los técnicos de cada planta, la perspectiva es de llegar a un aprovechamiento del 90% de la capacidad instalada. La proyección de consumo hasta 1995 es de 300 mil toneladas anuales lo que indica un déficit de 25 mil toneladas/año (ver tabla VI).

Conjuntado lo anterior con el amplio desarrollo que ha tenido la tecnología en la producción de celulosa a partir de ba-

**ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA PRODUCCIÓN DE PAPEL
PARA ESCRITURA E IMPRESIÓN Y DE PAPEL PARA EMPAQUE**

(Toneladas Métricas)

CONCEPTO \ AÑOS	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Escritura e impresión	555,321	577,423	603,719	708,411	782,926	819,030	818,519	826,838	872,742	925,171
Empaque	1'119,659	1'106,330	1'153,153	1'196,159	1'294,994	1'283,577	1'367,942	1'359,412	1'463,008	1'523,014

FUENTE: Datos de las fábricas

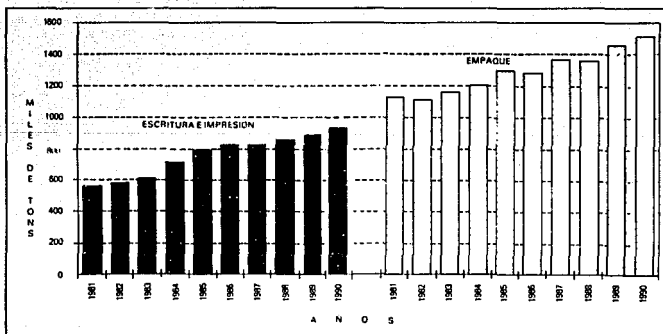


TABLA IV.

CONSUMO APARENTE DE PAPEL POR GRUPOS*

(Toneladas Métricas)

CONCEPTO \ AÑOS	1981	1982	1983	1984	1985	1986 ¹	1987 ¹	1988 ¹	1989 ¹	1990 ¹
PERIÓDICO Y LIBRO DE TEXTO GRATUITO										
Producción	156,727	166,937	197,194	263,981	326,656	366,716	351,230	361,277	393,260	397,989
Importación	350,319	148,195	66,837	30,842	37,522	25,892	14,447	36,126	27,658	69,755
Exportación	—	—	—	—	—	1,343	87,633	37,106	8,048	—
Consumo aparente	507,046	315,132	264,131	294,823	364,177	391,065	278,044	360,294	412,873	467,744
OTROS PAPELES Y CARTULINAS										
Producción	396,694	410,486	406,525	444,430	450,271	452,314	407,289	465,634	479,482	527,182
Importación	53,644	27,390	9,461	7,965	13,037	7,798	7,817	14,231	35,061	46,303
Exportación	—	—	23,238	35,563	9,775	56,943	47,939	76,845	46,415	36,712
Consumo aparente	450,238	437,876	392,748	416,832	458,533	404,169	427,167	401,020	468,128	539,773
SUBTOTAL ESCRITURA E IMPRESIÓN										
Producción	555,321	577,423	603,719	706,411	782,326	819,030	818,519	826,938	872,742	925,171
Importación	403,963	175,585	76,396	38,807	50,569	33,490	22,254	50,427	62,720	119,058
Exportación	—	—	23,238	35,563	9,775	57,296	135,572	115,951	54,461	36,712
Consumo aparente	959,284	753,008	656,879	711,656	823,710	795,234	705,211	781,314	881,001	1'007,517
EMPAQUE										
Producción	1'119,658	1'106,330	1'153,153	1'198,159	1'294,994	1'283,577	1'367,942	1'369,412	1'463,098	1'523,014
Importación	106,468	72,997	59,109	24,313	28,332	21,158	26,398	58,021	59,295	102,256
Exportación	—	—	3,659	311	9,274	31,321	32,640	56,723	63,303	68,679
Consumo aparente	1'226,127	1'179,327	1'206,663	1'222,181	1'314,662	1'273,414	1'361,700	1'360,710	1'495,000	1'565,591
SANITARIO Y FACIAL										
Producción	223,866	247,921	245,677	272,678	308,828	317,134	339,412	369,625	351,667	386,032
Importación	845	1,001	3	143	1,062	662	927	4,633	5,369	4,418
Exportación	—	—	1,660	10,153	10,816	46,678	74,376	79,262	63,033	61,568
Consumo aparente	224,510	248,922	244,020	262,898	289,274	271,018	265,964	284,896	273,943	327,880
ESPECIALES										
Producción	51,419	54,739	59,242	60,431	63,017	50,488	48,751	47,776	49,351	37,706
Importación	**56,631	31,807	10,165	14,696	25,814	15,473	16,743	30,105	46,925	53,129
Exportación	—	—	757	2,824	782	460	521	620	13	798
Consumo aparente	107,010	86,606	68,660	72,303	88,049	65,501	64,973	77,261	96,263	90,036
TOTAL										
Producción	1'950,264	1'986,473	2'061,791	2'239,678	2'447,765	2'470,225	2'574,624	2'533,561	2'730,768	2'870,922
Importación	568,667	261,390	145,675	77,950	105,767	70,863	56,332	143,186	174,306	278,859
Exportación	—	—	29,294	48,951	38,447	135,745	243,106	252,666	200,870	187,767
Consumo aparente	2'518,931	2'267,863	2'178,212	2'268,787	2'515,065	2'405,167	2'397,648	2'484,181	2'710,207	2'982,024

* El consumo aparente difiere del consumo estimado por esta Cámara, ya que en el período 1980-1982 se registraron importantes movimientos de inventarios.

** Se estima que en estos volúmenes se encuentran considerados papeles sanitarios y faciales.

¹ La fuente de la estadística de exportación son datos de las empresas asociadas.

FUENTE: Datos de las fábricas, Dirección General de Aduanas y Banco de México.

TABLA V.

CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO Y POSIBILIDAD DE PRODUCCION. CELULOSA QUIMICA DE MADERA BLANQUEADA^{1/}

(Miles de toneladas)

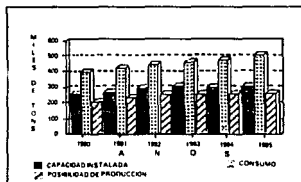
CONCEPTO	AÑOS						Índice de crec. comp. 1990-1995
	1990 ^{2/}	1991	1992	1993	1994	1995	
Capacidad Instalada	276	290	301	303	305	307	4.7%
Consumo ^{1/}	407	435	453	474	497	512	
Posibilidad de Producción	227	261	271	273	275	276	

^{1/} Dato real de la producción y del consumo total de celulosa y pasta, para satisfacer la producción total de papel.

— Las cifras de consumo de 1991 a 1995 representan las necesidades de fibra según exclusivamente para satisfacer el consumo interno de papel.

1/ Incluye fibra larga y corta.

2/ Incluye celulosa de sulfato y al sulfite.



CELULOSA QUIMICA DE MADERA SIN BLANQUEAR

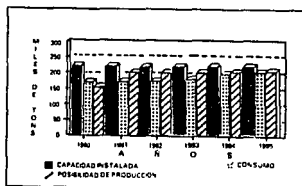
(Miles de toneladas)

CONCEPTO	AÑOS						Índice de crec. comp. 1990-1995
	1990 ^{2/}	1991	1992	1993	1994	1995	
Capacidad Instalada	232	232	232	232	232	232	2.8%
Consumo ^{1/}	180	15	187	194	201	207	
Posibilidad de Producción	165	209	200	200	209	209	

^{1/} Dato real de la producción y del consumo total de celulosa y pasta, para satisfacer la producción total de papel.

— Las cifras de consumo de 1991 a 1995 representan las necesidades de fibra según exclusivamente para satisfacer el consumo interno de papel.

2/ Incluye celulosa de sulfato y al sulfite.

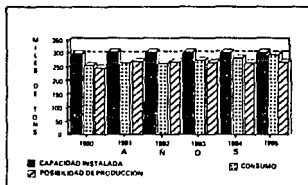


**CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO Y POSIBILIDAD DE PRODUCCION.
CELULOSA QUIMICA DE PLANTAS ANUALES BLANQUEADAS¹**

(Miles de toneladas)

CONCEPTO	AÑOS						Índice de crec. comp. 1990-1995
	1990*	1991	1992	1993	1994	1995	
Capacidad Instalada	303	305	305	305	305	305	2.9%
Consumo ¹	260	263	272	282	293	300	
Posibilidad de Producción	252	275	275	275	275	275	

* Dato real de la producción y del consumo total de celulosa y pasta, para satisfacer la producción total de papel.
 - Las cifras de consumo de 1991 y 1995 representan las necesidades de fibra virgen estrictamente para satisfacer el consumo interno de papel.
 1/ Se refiere a celulosa de bagazo de café.

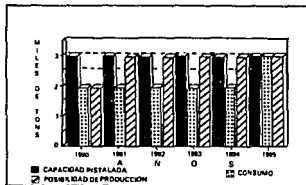


CELULOSA QUIMICA DE PLANTAS ANUALES SIN BLANQUEAR¹

(Miles de toneladas)

CONCEPTO	AÑOS						Índice de crec. comp. 1990-1995
	1990*	1991	1992	1993	1994	1995	
Capacidad Instalada	3	3	3	3	3	3	8.4%
Consumo ¹	2	2	2	2	2	3	
Posibilidad de Producción	2	3	3	3	3	3	

* Dato real de la producción y del consumo total de celulosa y pasta, para satisfacer la producción total de papel.
 - Las cifras de consumo de 1991 y 1995 representan las necesidades de fibra virgen estrictamente para satisfacer el consumo interno de papel.
 1/ Se refiere a celulosa de paja de trigo.

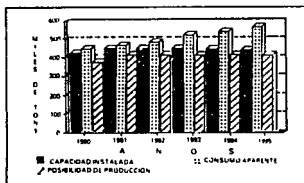


**CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO APARENTE Y POSIBILIDAD DE PRODUCCION.
PAPEL PARA PERIODICO Y LIBRO DE TEXTO**

(Miles de toneladas)

CONCEPTO	AÑOS						Índice de crec. comp. 1990-1995
	1990 ¹	1991	1992	1993	1994	1995	
Capacidad Instalada	430	465	465	465	465	465	3.3%
Consumo Aparente	467	478	491	500	528	548	
Posibilidad de Producción	398*	419	419	419	419	419	

¹ Datos reales
* Se refiere a producción real

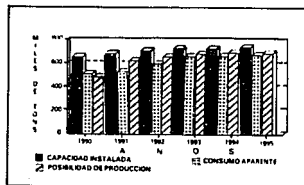


PAPEL PARA ESCRITURA E IMPRESION

(Miles de toneladas)

CONCEPTO	AÑOS						Índice de crec. comp. 1990-1995
	1990 ¹	1991	1992	1993	1994	1995	
Capacidad Instalada	628	673	720	758	750	760	5.1%
Consumo Aparente	540	572	601	631	663	693	
Posibilidad de Producción	527*	606	648	682	683	684	

¹ Datos reales
* Se refiere a producción real

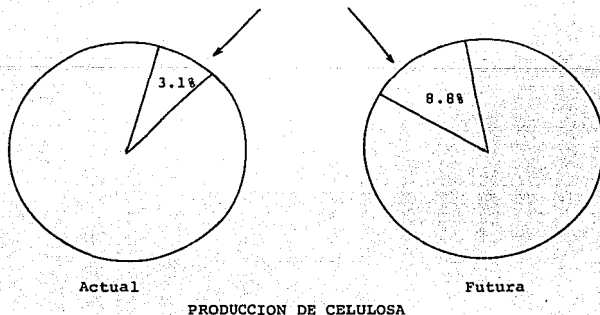


gazo de caña, abre un panorama optimista para los productores - ya que se tiene la perspectiva de ampliación de sus plantas productoras de pulpa con un amplio rango de seguridad para la recuperación de sus inversiones, más, si cuentan con capacidad instalada ociosa en las instalaciones de digestión a laminación.

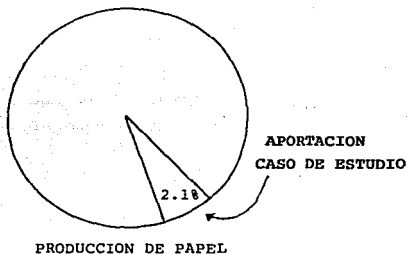
Una vez revisado el ámbito del mercado nacional, analicemos el caso de estudio en particular. La aportación actual de la planta es de 23,760 toneladas al mercado nacional y representa el 3.1%.

La aportación a futuro será de 67,800 toneladas que representa el 8.8%.

APORTACION CASO DE ESTUDIO

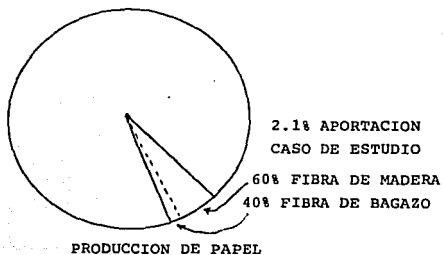


¿Cómo integrar el volumen de producción en el mercado del papel? La contribución al mercado del papel, de la compañía, es de 59,400 toneladas/año y representa el 2.1%.

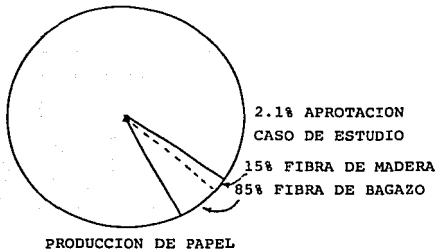


Actualmente la producción se integra por 60% de fibra de celulosa de madera y 40% por fibra de celulosa de bagazo, en toneladas se tiene lo siguiente:

- 35,640 toneladas de celulosa de madera.
- 23,760 toneladas de celulosa de bagazo.



De acuerdo con las pruebas operacionales en la planta de producción de papel, la composición de las fibras debe llegar a 15% de fibra de celulosa de madera y 85% de fibra de celulosa de bagazo, con la producción actual el volumen de bagazo que se logrará consumir es de 50,490 toneladas/año.



Suponiendo que no se lleve a cabo ampliación alguna en la planta productiva de papel, en la zona se encuentran ubicadas 4 plantas productoras de papel, a una distancia de 5 km. y con una capacidad total de producción de 52,000 toneladas/año. Considerando un consumo de fibra de madera de 50% y 50% de fibra de bagazo, se espera un consumo mínimo de 26,000 toneladas/año.

El volumen total de celulosa de bagazo consumida será de 78,590 toneladas/año, cantidad mayor que 67,800 toneladas/año de la producción de la planta en estudio.

5.- DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

En la época actual aún después de haber cerrado varios ingenios azucareros, la capacidad de producción de azúcar en nuestro país es elevada, para nuestro interés que es el residuo de la extracción, el bagazo.

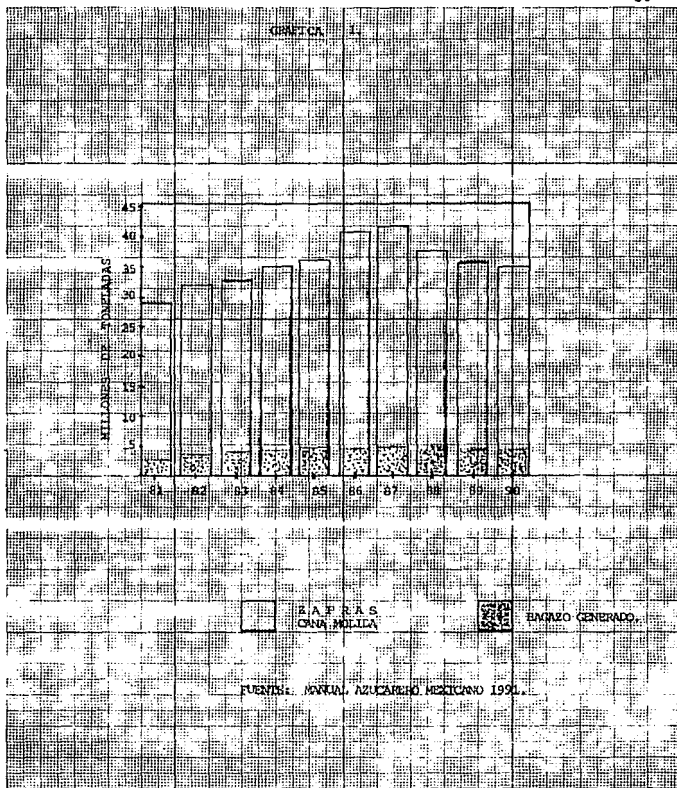
Según se observa en la gráfica 1, la producción de caña molida durante los últimos 10 años es en promedio de 35 millones de toneladas anuales a nivel nacional, siendo la composición de la caña de:

- 80% en peso centro medular y jugo, y
- 20% corteza fibrosa.

Al efectuar la extracción se obtiene un promedio 10% de bagazo. Por consiguiente con la producción mencionada de molida de caña, se tiene que el bagazo ascenderá a 3'500,000 toneladas anuales. (Base seca)

Y según lo indicado en la sección 4 del capítulo I, la producción proyectada será de 300 mil toneladas de pulpa/año, el bagazo requerido es de 738 mil toneladas anuales que representan únicamente el 21.08% del bagazo producido en los ingenios.

Del análisis anterior se deduce que por volumen de materia prima no existe inconveniente en el incremento de la producción de pulpa celulósica. Lo que resta es manejar adecuadamente



el tema con los azucareros para lograr una negociación justa para ambos y recuperar para el ingenio, a través de petróleo, el poder calorífico que represente el bagazo que ceda a la industria celulósica papelera de tal forma que puedan procesar su volumen normal de azúcar.

C A P I T U L O I I

INGENIERIA

En este capítulo se desarrollan los puntos fundamentales mínimos necesarios que serán la base para llevar a cabo la estimación de la inversión.

Las bases de diseño se describen en la sección I del presente capítulo.

Los balances de materia se indican en los diagramas de flujo correspondientes y se presenta en la sección mencionada la memoria de cálculo. Las convenciones y nomenclatura utilizada es la siguiente:

TMSD	=	Toneladas Métricas Secas por Día.
% CONSISTENCIA	=	Masa de sólidos/masa de solución* 100
ρ_s	=	Densidad de la solución (1.0 g/cm ³)

En la sección de blanqueo se presenta un balance para - - 126.0 TMSD considerando que se tiene una línea de producción pa ralela. Esto es que el tren de producción está integrado por -

dos líneas con una capacidad instalada de 126 TMSD cada una.

En la sección correspondiente a depuración del proceso se explica el tipo de cambio básico a desarrollar para lograr el incremento de producción.

1.- BASES DE DISEÑO

AMPLIACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CELULOSA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

A.- Generalidades:

- 1) **FUNCION:** Se reestructurará la planta para incrementar su volumen de producción de celulosa blanqueada a partir de bagazo de caña.
- 2) **TIPO DE PROCESO:** Obtención de celulosa blanqueada a partir de bagazo, empleando el proceso químico a la sosa.
- 3) **CAPACIDAD:** La capacidad nominal de la planta será: de 67,800 ton/año (base seca) una vez concluida la ampliación.

- 4) FACTOR DE SERVICIO: Una vez terminada la ampliación, la planta seguirá operando con el factor de servicio actual de 93% con respecto a 365 - días (340 días de operación).
- 5) FLEXIBILIDAD:
- a.- A falta de energía eléctrica la - - planta no operará.
 - b.- A falta de aire de instrumentos la planta seguirá en operación en la - sección de blanqueo.
 - c.- A falta de vapor la planta no opera.

6) ESPECIFICACIONES DE LA ALIMENTACION:

BAGAZO DE CANA

<u>Componente</u>	<u>% en peso</u>
Insolubles	4.0
α -celulosa	43.0
β y δ -celulosa	32.0
Lignina	19.0
<u>Cenizas</u>	<u>2.0</u>
T o t a l	100.0%

6A) ESPECIFICACIONES DE LOS REACTIVOS DE OPERACION:

HIDROXIDO DE SODIO

- Libre de hierro	
- Pureza	48 - 50%
- Carbonatos	0.2%
- Cloruros	0.1%

CLORO

- Líquido a presión
- Pureza 99.9%
- Sin residuos de H_2SO_4

7) ESPECIFICACIONES
DE LOS
PRODUCTOS:

a.- Químicas % en peso

α - Celulosa 86.0

β, γ -Celulosa 14.0

b.- Físicas

Blancura 80 °GE

Densidad 1.45 g/cm³

Insoluble En agua o álcalis

Presentación Hoja doblada en tarima

Humedad 75%

8) ALIMENTACION DE
BAGAZO EN
LIMITES DE
BATERIA:

a.- Estado físico... Sólidos a granel, - compactados.

b.- Procedencia

del bagazo..... - Ingenio "Emiliano Zapata", Zaca-tepec, Estado de Morelos.

- Ingenio "La Abeja", Casasano, Morelos.

- Otros Ingenios Nacionales.

- 9) ELIMINACION DE DESECHOS: a.- Normas y requerimientos
- Agua: Ley de contaminación de agua.
- Aire: Ley de humos y polvos.
- Producto: T.A.P.P.I. **
- Materia prima: T.A.P.P.I.
- 10) ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA: a.- 50% sobre el volumen anual requerido.
- b.- A granel a la intemperie, previamente lavado el bagazo, en pilas de 15 m. de altura.
- 11) SERVICIOS AUXILIARES: a.- Vapor... será comprado de la planta anexa con las siguientes condiciones:

		1. ANIONES	PPM
Alta presión		CL	250
150	$\frac{1b}{1n^2}$	CO ₃	0
		SO ₄	20
		PO ₄	3
Baja presión		SILICE	10
50	$\frac{1b}{1n^2}$		

** T.A.P.P.I. Technical Association of Pulp and Paper Industries.

ANIONES	PPM
Sólidos totales.....	300
Alcalinidad parcial..	120
Alcalinidad total....	144
pH.....	9

b.- Agua de servicios

Fuentes de suministro: pozo profundo, requerimiento: libre de sólidos en suspensión.

Temperatura: ambiental.

Disponibilidad: la autorizada por la C.N.A. + en el registro de pozo.

c.- Agua contra incendio.

c.1.- Presión disponible: $100 \frac{lb}{ln^2}$

c.2.- Normalmente se tendrán dos bombas. Centrifugas de 3 pasos con un gasto 500 GPM accionadas por motor eléctrico y fuera de límites de batería. Contar con Stand-by accionada por motor de combustión interna.

+ C.N.A. Comisión Nacional del Agua.

- d.- Agua potable:
Se compra en garrafrones para alimentos y beber.
- e.- Aire de instrumentos.
- e.1.- Será generado por un compresor reciprocante utilizado en operación nomal, dentro de límites de batería.
- e.2.- Capacidad requerida 30% de consumo máximo.
- e.3.- Condiciones de descarga:
- e.3.1 Presión: 150 $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$
- e.3.2 Temperatura: 50°C
- e.3.3 Libre de humedad y libre de aceite.
- f.- Aire de planta.
- f.1.- Será generado por un compresor reciprocante utilizado en operación nomal, dentro de los límites de batería.
- f.2.- Capacidad requerida 30% de consumo máximo.

f.3.- Condiciones de descarga:

- f.3.1 Presión: 150 $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$
- f.3.2 Temperatura: 50°C

h.- Energía eléctrica.

h.1.- Fuente suministro:

Comisión Federal de Electricidad.

h.2.- Tensión: 23 KV

h.3.- N° Fases: 3

h.4.- Frecuencia: 60 ciclos

h.5.- Interrupciones: Ninguna programada

h.6.- Conductor: Cobre electrolítico

h.7.- Aislamiento: Requerido por N.E.M.A. *

h.8.- Acometida: Subterránea.

j.- Comunicaciones.

j.1.- Interna: Red telefónica y banda -
civil.

j.2.- Externa: telefónica, telex, fax.

12) CONDICIONES CLIMATOLOGICAS.

12.1 Temp. Máx. Externa: 30°C

12.2 Temp. Mín. Externa: - 2°C

* N.E.M.A. National Electrical Manufacturers Association.

12.3	Temp. Max. Propio:	26 a 27°C
12.4	Temp. Mín. Propio:	16 a 20°C
12.5	Temp. Promedio:	23°C
12.6	Temp. Promedio Mes:	23°C
12.7	Temp. Bulbo Húmedo:	22°C
12.8	Vientos Dominantes:	Noreste - Sureste
12.9	Vientos Reinantes:	Noreste - Sureste
12.10	Velocidad Media:	30 Km/Hr
	Velocidad Máxima:	60 Km/Hr
13)	Presión atmosférica:	584 mm Hg
	Precipitación pluvial:	62 mm

2.- BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

El balance de materiales se encuentra en el DFP - 0001. A continuación se presentan en detalle los balances en puntos importantes del proceso de lavado de bagazo.

2.1 Balance de masa en sección de manejo de bagazo lavado

BASE DE CALCULO: 200 TMSD DE PULPA BLANCA

<u>ETAPA</u>	<u>ENTRADA (TMSD)</u>	<u>SALIDA (TMSD)</u>	<u>MERMA (%)</u>
Blanqueo	217.3913	200 0000	8.0
Lavado	219.5872	217.3913	1.0
Depuración	220.4691	219.5872	0.4
Digestión	380.1191	220.4691	42.0
Centrifugado	390.2395	380.1191	2.6
Desmedulado	557.4850	390.2395	30.0

La entrada a desmedulado es la cantidad de bagazo que se debe alimentar a proceso, considerando un factor de servicio de 340/365 (0.93) se calcula el volumen anual de consumo de materia prima.

$$\text{Bagazo anual} = (557.4850 \text{ Ton/Día}) (340 \text{ Días}) = 189,544.9 \text{ Ton.}$$

Este volumen se debe captar en un periodo de 180 días, - tiempo que dura la operación de zafra en los Ingenios.

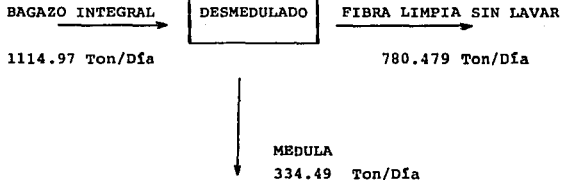
$$\begin{array}{l} \text{Captación diaria} \\ \text{en época de zafra} \end{array} = \frac{\text{Bagazo anual}}{180 \text{ días}} = \frac{189,544.9 \text{ Ton.}}{180 \text{ días}}$$

$$= 1053.0272 \text{ Ton/Día}$$

Para fines operativos es conveniente captar el total de - bagazo requerido en un periodo igual a un medio del factor de - servicio.

$$\frac{189,544.9 \text{ Ton.}}{170 \text{ días}} = 1114.97 \text{ Ton/Día}$$

Partiendo de este dato lo que sigue es calcular el agua - necesaria para el proceso de lavado.



De acuerdo con la patente 3,688,345 del Doctor Eduardo Villavicencio G. (U.S.A.), el líquido para lavado debe ser 5.0 veces del volumen de material a procesar en base seca aunque los resultados de operación óptima son de 5:1 a 10:1 para no estar restringidos en cuanto a capacidad hidráulica es conveniente calcular las líneas y bombas de manejo de fluido con base en el límite superior, aunque operativamente y por reducción en el consumo de agua y por conveniencia para el tratamiento posterior de la misma se debe manejar una relación 6:1.

Agua para proceso operativo

780.479 Ton/Día de fibra limpia sin lavar

$\frac{x}{6}$
4682.874 m³/día de licor de lavado para fibra nueva

12.96 Ton/Día de fibra en recirculación de rechazo y del Screw Feeder.

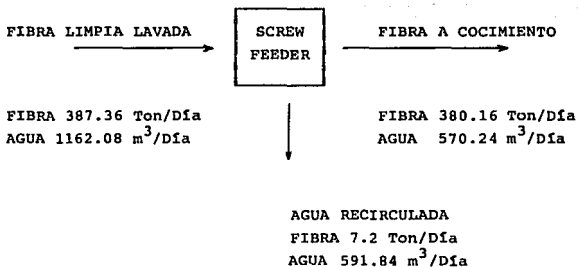
$\frac{x}{6}$
77.76 m³/Día de licor de lavado en recirculación.

4760.64 m³/Día de licor de lavado total.

Agua contenida en el bagazo o fibra limpia sin lavar considerando la humedad de la fibra de 50% según los reportes de laboratorio.

780.479 m³/Día

Agua recirculada en el proceso de compactación realizado en el Screw Feeder.



Agua que va con la fibra después del centrifugado 767.52 Ton/Día fibra (1/0.25-1) = 2302.56 m³/Día.

Agua que entra con la fibra a la centrifuga es la misma - que para proceso operativo 4760.64 m³/Día.

Agua recirculada del Screw Feeder 591.84 m³/Día.

Agua proveniente del manejo de rechazo (Depuración)
345.6 m³

Agua de reestablecimiento para lavar la fibra limpia.

$$4760.64 - 780.479 - 937.4 = 3042.761 \text{ m}^3/\text{Día}$$

Agua a tratamiento

$$4760.64 - 2302.56 = 2458.08 \text{ m}^3/\text{Día}$$

El agua de reestablecimiento será alimentada de la planta de recuperación, específicamente del condensador de superficie del agua evaporada proveniente del evaporador de múltiple efecto.

$$\text{Agua evaporada } 3126.64 \text{ m}^3/\text{Día.}$$

2.2 Balance de masa en la sección digestión a lavado

Los datos de consistencia de la pulpa han sido determinados experimentalmente bajo los estándares T.A.P.P.I. (Technical Association of Pulp and Paper Industries).

La base de cálculo es la misma que la utilizada en la sección de manejo de bagazo lavado.

BALANCE DE MASA Y ENERGIA EN DIGESTION

Producción a la salida de lavado	217.3913 TMSD
Pérdida en lavadoras	1.0% (Experimental)
Factor de dilución	3.5 / 1.0
Consistencia a la descarga	10.0%

$$\text{A la salida } \frac{(217.3913 \text{ TMSD})}{* 1.44} = 150.9662 \text{ Kg/minuto}$$

$$\text{A la entrada } \frac{150.9662 \text{ Kg/minuto}}{0.99} = 152.4911 \text{ Kg/minuto}$$

$$= 219.5872 \text{ TMSD}$$

Agua que lleva la pulpa en la descarga

$$= \frac{(150.9662) (0.90)}{0.10} = 1358.6958 \text{ Kg/minuto}$$

Considerando que la densidad del agua A T = 22°C y P = 1 atm. es 1.0 Kg/Litro.

$$= 1358.6958 \text{ litros/minuto}$$

Partiendo del factor de dilución experimental determinado en planta se calcula el agua de los rociadores de lavado.

$$= (150.9662) (7.05)$$

$$= 1065.1158 \text{ Kg/minuto}$$

Cálculo de la alimentación a la tercera lavadora

$$\text{Consistencia } 1.5\%$$

$$(152.4911 \text{ Kg/minuto}) (0.985) \div (0.015) =$$

$$\underline{10013.58 \text{ Kg/minuto}}$$

* 1.44 = Factor de conversión para llegar a Kg/minuto

Cálculo del agua a tanque de filtrado

$$= 10013.58 \text{ Kg/minuto} + 1065.1158$$

$$- 1358.6958 = 9720 \text{ Kg/minuto}$$

Cálculo del agua de dilución requerida en el Blow-Tank para bombear la pulpa.

$$\text{Entrada} = (266.23) (0.88) \div 0.12 \div 1.44 = 1659.02 \text{ Kg/min}$$

$$\text{Salida} = (266.23) (0.97) \div 0.03 \div 1.44 = 5074.53 \text{ Kg/min}$$

Agua de dilución 3415.53 Kg/minuto.

2.3 Balance de energía en el digestor

Este balance básicamente se refiere al cálculo del calor teórico requerido para el "cocimiento" de 220 TMPS sin blanquear a una presión de 8.79 Kg/cm^2 y $178 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\text{FIBRA SECA} \quad 390.2395 \text{ Ton/Día} = 860,400 \text{ lb/día}$$

$$\text{AGUA EN LA MASA DE LA FIBRA} \quad (60\%) 585.3993 \text{ Ton/Día} = 1'290,600 \text{ lb/día}$$

LICOR DE COCIMIENTO

Cálculo de sólidos alimentados al digestor

$$390.2395 \text{ Ton/Día} = 597.5 \text{ lb/minuto}$$

Empleando sosa cáustica como licor de cocimiento a una -
concentración de 100 gramos/litro y 6.5% sobre los sólidos (ex-
perimental).

$$(597.5 \text{ lb/minuto}^* 0.065) = 38.837 \text{ lb/minuto}$$

$$(270.999 \text{ Kg/minuto} \times 0.065) = 17.6150 \text{ kg/minuto}$$

$$\text{Flujo volumétrico de licor} = 17.6150 \text{ kg/minuto} / 0.10 \text{ kg/litro}$$

$$= 176.1498 \text{ litros/minuto}$$

$$\text{Gravedad específica} = 1.187$$

$$\text{Flujo masico de licor} = 176.1498 \text{ litros/minuto}^* 1.187 \text{ kg/litro}$$

$$= 209.08977 \text{ kg/minuto}$$

$$= 461.00 \text{ lb/minuto.}$$

$$\text{Calor requerido} = \text{Masa}^* \text{ calor específico}^* \Delta T$$

$$A = \text{Para fibra} = 860,400 \text{ lb/día}^* 0.315$$

$$\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} \quad (353-80^{\circ}\text{F})$$

$$= 73'990,098 \text{ BTU/Día}$$

$$B = \text{Para el agua} = 1'290,000 \text{ lb/día}^* 1.0$$

$$\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} \quad (353-80^{\circ}\text{F})$$

$$= 352'333,800 \frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}$$

C = Para el licor de cocimiento	=	663,840* 0.86 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$ (353-80°F)
	=	155'856,355 $\frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}$
T O T A L A + B + C	=	582'180,253 $\frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}$
Vapor requerido saturado	=	$\frac{582'180,253}{868}$
	=	670714.57 lb/día
	=	304206.54 kg/día
	=	211.25 kg/minuto
Vapor por tonelada	=	$\frac{670714.57}{220}$
	=	3048.7 lb/ton.
	=	1382.75 kg/ton.

2.4 Balance en sección de blanqueo

El balance de la pulpa se llevará a cabo en tres etapas - C-E-H, en operación continua.

La producción base será de 126 TMSD.

CONDICIONES DE PROCESO

		<u>CLORACION</u>	<u>EXTRACCION ALCALINA</u>	<u>HIPO- CLORITO</u>
Productos químicos de blanqueo		Cl ₂	NaOH	NaOCl
% de químicos en pulpa seca		4.0	2.0	1.5
Temperatura °C		27	71	49
Consistencia (%)		3.35	9.3	9.8
Tiempo de retención		45	120	180
Pérdidas (%)		(4)	(3)	(0.8)
Pulpa seca día	Entrada	137.00	131.60	127.00
	Salida	131.60	127.00	126.00

Rendimiento $(137 - 126) \div 137 = 0.08$ ó 92%

Blancura 80 °GE

ETAPA DE CLORACIONREQUERIMIENTO DE CLORO

El flujo normal de pulpa es de 137.00 TMSD, el cloro para efectuar la reacción es 4.0% ó 5.48 ton. de cloro por día.

$$137.0 \text{ TMSD} \times 0.04 = 5.48 \text{ TMSD de cloro}$$

$$5.48 \times 1000 \div 1440 = 3.80 \text{ kg/minuto}$$

RELACION CLORO-AGUA

Con la finalidad de no abatir la consistencia de la pulpa a más de 3.35% que es la mejor concentración de pulpa para que el ataque del cloro sobre la lignina sea más rápido y eficiente, la cantidad de agua que debe manejar el inyector de cloro debe ser 1/3.5% en base al cloro. (Experimental)

$$= \frac{3.80 \text{ kg/minuto}}{0.035} = 108.75 \text{ kg. de agua/minuto}$$

CONSISTENCIA EN TORRE DE CLORACION

A la entrada: 137/3.5/2718

TMSD/% Consistencia/1/minuto

Agua agregada con cloro 108.57 1/minuto

CONSISTENCIA EN EL REACTOR DE CLORACION

137/3.37/2826.57

El 3.37% se calcula como sigue:

$$= \frac{137}{2826.57 * 1.44} * 100 = 3.37$$

LAVADORA DE CLORO

Es un filtro rotatorio continuo fabricado en acero al carbón y recubierto con neopreno en todas las secciones de contacto con la pulpa, los tubos de filtrado estarán fabricados en acero inoxidable tipo 316, la pierna barométrica se debe fabricar en P.V.C. (cloruro de polivinilo).

Cálculo del volumen de filtrado

Pulpa a lavadora 137/1.0/9514

Pulpa de lavadora 131/10/914

Agua de regaderas, relación 3 a 1:

$$= 3 * 131 * 1000 \div 1440 = 286 \text{ kg/minuto} = 286 \text{ l/minuto}$$

Agua saliendo con pulpa

$$= 131 \left(\frac{1}{0.10} - 1 \right) = \frac{1179}{1.44} \text{ l/minuto} = 818.75 \text{ l/minuto}$$

Agua de regadera de presión para lavado

$$= 250 \text{ l/minuto}$$

$$\text{Total entrada} = 9514 + 286 + 250 = 10050 \text{ l/minuto}$$

$$\text{Total salida} = 914 \text{ l/minuto}$$

$$\text{A tanque de filtrado} = \text{Entrada} - \text{Salida}$$

$$= 10050 - 914 = 9136 \text{ l/minuto}$$

Si se tiene efecto de recirculación para aprovechar la alcalinidad de la sección de extracción alcalina.

$$\text{Filtrado} = 9136 + 529 = 9665 \text{ l/minuto}$$

ETAPA DE EXTRACCION ALCALINA

REQUERIMIENTO DE SOSA CAUSTICA

La experiencia en el área de de pulpa ha dado que el 2.0% sobre pulpa alimentada es la mejor relación para llevar a cabo la extracción cáustica.

$$\begin{aligned} 131.6 \text{ TMSD pulpa} * 0.02 &= 2.63 \text{ TMSD Sosa cáustica} \\ &= 183 \text{ kg/minuto} \end{aligned}$$

REQUERIMIENTO DE VAPOR

La temperatura de reacción debe ser de 71°C dentro de la torre de extracción alcalina.

Calor requerido por la pulpa:

$$\text{Flujo} = 131.6 \times 1000 \div 1440 = 91.39 \text{ kg/minuto}$$

$$C_p \text{ pulpa} = 0.33 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \quad (\text{Determinada experimentalmente})$$

$$\begin{aligned} \text{Calor para pulpa} &= 91.39 \text{ kg/minuto} \left(0.33 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) \\ &\quad (71-27 \text{ }^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

$$= 1327 \text{ Kcal/minuto}$$

$$\begin{aligned} \text{Calor para agua} &= \left(\frac{91.39}{0.1} - 91.39 \right) \left(1.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) \\ \text{en pulpa} &\quad (71-27) \end{aligned}$$

$$= 36150 \text{ Kcal/minuto}$$

$$\begin{aligned} \text{Calor para solu-} &= 36.6 \text{ kg/minuto} \left(0.9 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) \\ \text{ción cáustica} &\quad (71-27^\circ\text{C}) \\ \text{(NaOH)} & \end{aligned}$$

$$= 1449 \text{ Kcal/minuto}$$

$$\text{Calor total} = 38,926 \text{ Kcal/minuto}$$

$$\text{Se usará vapor saturado } p = 3.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (50 Psig)}$$

$$\text{De tablas de vapor } H_{\text{vap}} = 506.4 \text{ Kcal/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Vapor requerido} &= \frac{38926 \text{ Kcal}}{506.4 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}} = 76.86 \text{ kg/minuto} \\ &\quad \text{Kg} \end{aligned}$$

CONSISTENCIA A TORRE DE
EXTRACCION ALCALINA

Pulpa de cloración	131.6/10.0/914
Condensado del vapor	77
T o t a l	131.6/9.2/991

Esta es la consistencia a la entrada de la torre (9.2%)

LAVADORA DE EXTRACCION ALCALINA

Cálculo del volumen de filtrado

Pulpa a lavadora	131.6/1.0/9139
Pulpa a lavadora	127/10.0/882
Agua de regaderas	286
Agua saliendo con pulpa	$127 \left(\frac{1}{0.10} - 1 \right) = \frac{1143}{1.44}$
	= 793.75 l/minuto

Total entrada = 9139 + 286 + 250 = 9675

Total salida = 882

Filtrado = Entrada - Salida

= 9675 - 882 = 8793 l/minuto

Si se tiene efecto de recirculación para aprovechar el cloro y sodio contenido en el filtrado de pulpa blanca.

Filtrado = 9322.0 l/minuto

ETAPA DE HIPOCLORITO

REQUERIMIENTO DE HIPOCLORITO (Calcio o Sodio)

Flujo normal 1.5 x 127 = 190 TMSD

Concentración 4.0%

Flujo = 32.99 l/minuto

Se debe emplear NaOH como Buffer para estabilizar el hipoclorito (20% de la cantidad de hipoclorito):

Calculado para Na OCL = $1.90 \times \frac{74.5}{71} \times 0.2 = 0.398$ TMSD
de NaOH

Empleando NaOH al 5.0% = 5.5 l/minuto

Por tanto el hipoclorito que se debe agregar es:

= 32.99 l/minuto + 5.5 l/minuto

= 38.49 l/minuto

REQUERIMIENTO DE CALOR

La temperatura de operación de la torre de pulpa blanca - debe ser 49°C según operación práctica y experimental.

Flujo de pulpa 127 TMSD = 88.2 Kg/minuto

Agua en pulpa 793.8 Kg/minuto

Calor para pulpa = $88.2 \times 0.33 \times (49-38) = 320$ Kcal/min

Calor para agua = $793.8 \times 1.0 \times (49-38) = 8731$ Kcal/min
en pulpa

Calor para NaOCl = $38.5 \times 0.9 \times (49-21) = 970.2$ Kcal/min
y NaOH

Calor T o t a l = 10024 Kcal/minuto

Vapor requerido = $\frac{10024 \text{ Kcal/minuto}}{506 \text{ Kcal/kg}} = 19.81$ kg/minuto

Consistencia en torre de blanqueo (Hipocloración)

Pulpa de lavadoras de NaOH	127/10.0/882
Vapor condensado	19.81
Flujo T o t a l	127/9.8/901.81

LAVADORA DE HIPOCLORITO

Cálculo del filtrado al tanque de sello

Pulpa a lavadora	127/1.0/8819
Pulpa de lavadora	126/10.0/875
Regadera	286 1/minuto

Agua saliendo con pulpa	787.5 l/minuto
Regadera alta presión	333 l/minuto
Total Entrada	= 8819 + 286 + 333 = 9438 l/minuto
Total Salida	= 875 l/minuto
Filtrado	= Entrada - Salida
	= 9438 - 875 = 8563 l/minuto

3.- DEPURACION DEL PROCESO INSTALADO

En este capítulo se explican los motivos técnicos por los cuales se eliminan algunos equipos de proceso y se incluyen - - otros nuevos.

En el capítulo I sección 1, se describe el proceso proyectado; el proceso actual de producción es similar en la mayoría de las operaciones sin embargo, en el manejo de bagazo existe una diferencia radical.

DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL

Se trae el bagazo empacado del Ingenio después de haber - sido asoleado (para eliminar humedad y alcohol etílico) durante 20 días, se almacena en la fábrica, en patios, en forma de prismas triangulares, después de seis meses de secado se saca de - los almacenes para llevarlo a producción.

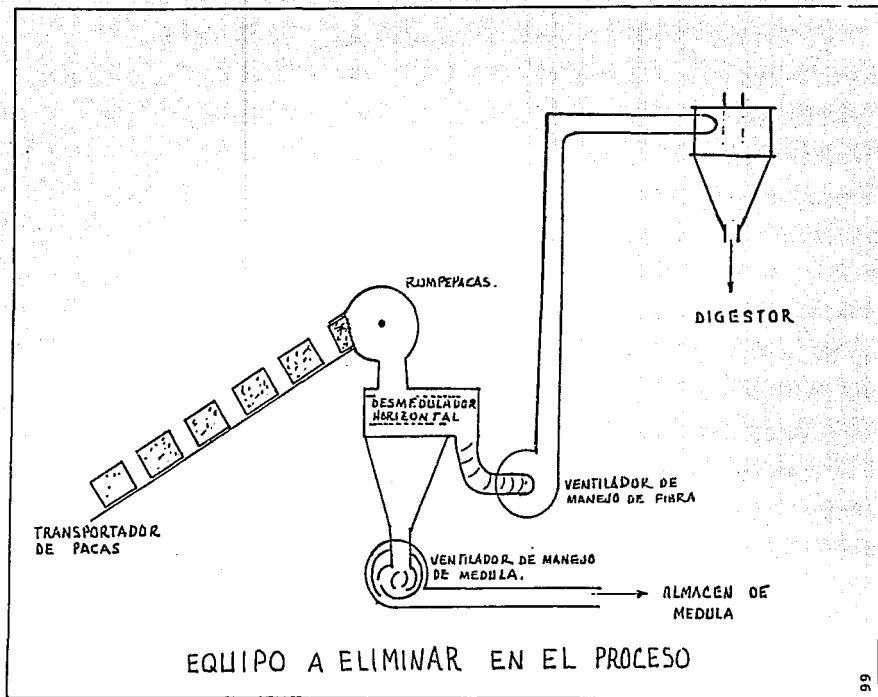
De la descripción anterior se obtiene lo siguiente: para hacer pacas se requiere gran cantidad de alambre galvanizado - que se elimina como residuo al alimentar la paca al proceso, - los movimientos de paca en el Ingenio y en los patios de la fábrica requieren de un gran volumen de mano de obra no calificada, que además de representar alto costo, es difícil de manejar. Después del desmedulado y la misma operación de desmedulado, el equipo ha sido diseñado con base en el transporte neumático, razón que obliga que el material manejado esté en el rango de humedad absoluta de 10 - 12%.

En conclusión, para trabajar con el nuevo diseño y dejar la dependencia del transporte neumático se eliminará del proceso actual el siguiente equipo:

- Transportador de paca
- Molino de muelas (rompe-pacas)
- Desmedulador horizontal (Horkel)
- Sistema de transporte neumático
 - . Ventiladores
 - . Ciclones
 - . Tuberías

Para substituir a estos equipos se implementa todo el - - equipo indicado en la sección siguiente.

Otra ventaja adicional del proceso moderno es que el con-



sumo de sosa cáustica (NaOH) se reduce entre 27 y 28 por ciento, razón que justificará, en un momento dado, la rentabilidad del cambio.

4.- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Este diagrama se integra por tres planos que se anexan a continuación:

- Diagrama de flujo sección bagazo. DFP - 0001
- Diagrama de flujo de digestión a lavado de pulpa morena. DFP - 0002
- Diagrama de flujo de la sección de blanqueo. DFP - 0003

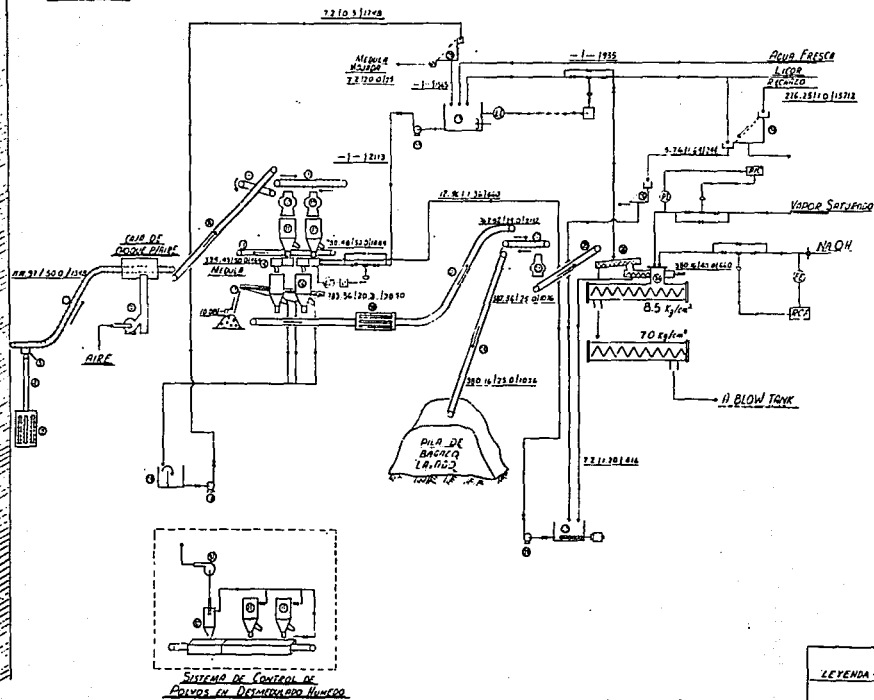
La base de estimación de la inversión de acuerdo a la sección 3, de este capítulo, es el área o sección de bagazo, mas es conveniente mostrar el proceso global de producción para lograr un mejor panorama para el lector del presente trabajo.

5.- CALCULO Y DISEÑO DE LOS EQUIPOS NECESARIOS

Los equipos que se calculan en esta sección corresponden únicamente a los indicados en el DFP-0001. Los equipos del proceso mostrado en los planos 0002 y 0003 son equipos existentes,

Patio N.º 3

Patio N.º 1



- ① ALIMENTADOR DE CUATRO MODULOS
- ② BANDA "A" BAGAZO INTEGRAL SUBTERRANEA
- ③ ALIMENTADOR DE CUATRO MODULOS
- ④ BANDA PARA ALIMENTAR BAGAZO LAVADO
- ⑤ ELECTRICIDAD
- ⑥ TRANSACCIONADOR DE TABILLAS
- ⑦ VENTILADOR DEL SISTEMA DE FLOTACION NEUMATICO
- ⑧ BANDA DE ALIMENTACION A ESTACION DE DESMUEBLADO EXTERIOR
- ⑨ TRANSACCIONADOR DE TABILLA PARA ALIMENTACION A DESEMPUILLADORA
- ⑩ DESMUEBLADOR DE BAGAZO NO. 1, 2, 3
- ⑪ DESMUEBLADOR NEUMATICO VERTICAL 38" x 60" A. 2, 3
- ⑫ BANDA TRANSACCIONADORA DE MUEBLA
- ⑬ TANQUE FLOTADOR DE BAGAZO NO. 1, 2, 3
- ⑭ BANDA DE ACTUACION DE EXCESO
- ⑮ CENTRIFUGAS VERTICALES NO. 1, 2, 3
- ⑯ CUANDO COLECTOR DE REPARO DE TINAS DONDE FLOTA CON MATERIAL DE 3/4" O MAYOR
- ⑰ BOMBA DE RECUPERACION DE AGUA
- ⑱ CARGAMO COLECTOR DE AGUA CENTRIFUGADA
- ⑳ SEPARADOR DE MUEBLA (25" x 60")
- ㉑ BANDA DE LAMINACION DE BAGAZO LAVADO
- ㉒ TRANSACCIONADOR DE TABILLAS DE DISTRIBUCION DE BAGAZO LAVADO
- ㉓ BANDA PARA ALIMENTAR BAGAZO A DIRECTOR
- ㉔ OSCILADOR DE BAGAZO A DIRECTOR
- ㉕ BANDA DE BAGAZO LAVADO A PATIO
- ㉖ BANDA DE ALIMENTACION A DIRECTOR
- ㉗ CUANDO DE IMPEDICION POR DOLLE (CONDO CON MATERIAL DE 3/4" O MAYOR)
- ㉘ TANGENTE CONTROLADOR DE EQUIPAMIENTO DEL O ALIMENTADOR NEUMATICO SUBTERRANEO DE CILINDRO
- ㉙ BOMBA DE RECUPERACION DE LUBRICANTES DEL CUANDO ALIMENTADOR
- ㉚ TANQUE FLOTADOR DE AGUA PARA ALIMENTACION A TINA CON MATERIAL DE 3/4" O MAYOR
- ㉛ BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA A TINA
- ㉜ VENTILADOR DEL SISTEMA DE CONTROL DE POLVO
- ㉝ CUANDO DEL SISTEMA DE CONTROL DE POLVO
- ㉞ ALIMENTADOR DE MODULOS
- ㉟ EMPUILLADOR VIBRATORIOS
- ㊱ LECHADOR ALIMENTADOR DE PASTIZO
- ㊲ CUANDO ALIMENTADOR
- ㊳ ESTACION DE DESMUEBLADO

LEYENDA - 1-1 - TMSO / 36 CONSISTENCIA / 24 / 2000

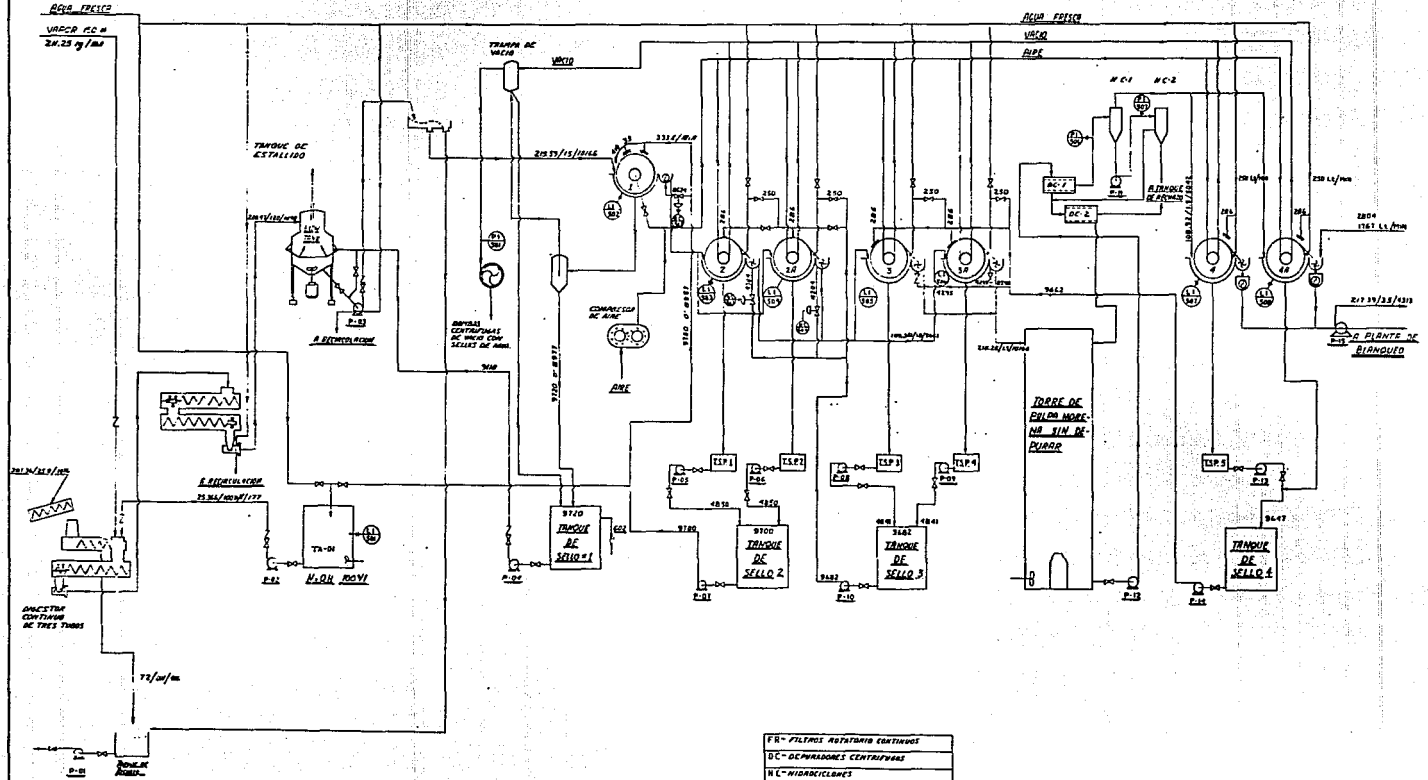
E. N. E. P. ZARAGOZA
U. N. A. M.

DIAGRAMA DE FLUIDO

SECCION DE BAGAZO

PROYECTO	ESC.	SIN ESC.
DISEÑO A. CABRERA	NOVA	
REVISO A. NACIF	SIENA	DIC - 51
APROBADO A. ROJAS	DIR. NO.	DFP-0001

FR-1 FR-2 FR-2A FR-3 FR-3A FR-4 FR-4A



FR- FILTROS ROTATORIOS CONTINUOS
 DC- DEPRIMIONES CENTRIFUGOS
 HC- HIDROCICLONES
 ISP- TANQUE DE SELLO DE PISO DE LOS FILTROS ROTATORIOS CONTINUOS
 IAS- TANQUE DE SUMINISTRO DE SELLO DE COCIENTES M.O.F. RESIST.
 P-1 A P-13 BOMBAS CENTRIFUGAS DE 100 T.S.G.P.

R

E.N.E.P. ZARAGOZA
 U.N.A.M.

DIAGRAMA DE FLUJO
SECCION LAVADO DE BULPA MORGANA

PROYECTO	DISEÑO	FECHA	SIN / FE.
INSTRUCIONES	REVISADO	FECHA	
APROBADO	REVISADO	FECHA	
APROBADO	REVISADO	FECHA	

razón por la cual se omite su cálculo.

a).- Bombas

Referencia 18. Bomba de recuperación de agua.

FLUJO A MANEJAR

Del balance de materiales se tiene que el flujo de agua es de 1748 litros/minuto.

PRESION ESTATICA

La bomba descargará libremente a un tanque descubierto.

LONGITUD DE TUBERIA

($\phi = 6" = 152.4 \text{ mm.}$, cédula 40 A.C.)

LONGITUD RECTA

Obtenida del plano de localización 240 m., codos de 90°, radio largo 5.

LONGITUD EQUIVALENTE DE LOS CODOS

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{50.6 Q \rho}{d \mu} \\
 \rho &= 62.4 \text{ lb/ft}^3 \\
 \mu &= 1 \text{ C.P. A } 20^\circ\text{C} \\
 d &= 6.065 \text{ in} \\
 Q &= 1748 \text{ litros/minuto} \div 3.785 \\
 &\quad \frac{\text{Gal}}{\text{litro}} \\
 &= 461.82 \text{ G.P.M.}
 \end{aligned}$$

$$Re = \frac{(50.6) (461.82) (62.4)}{(6.065) (1)}$$

$$Re = 2.4 \times 10^5 \quad (\text{Flujo turbulento})$$

$$L/D = 20$$

$$L = \left(\frac{L}{D} \right) D = (20) (0.5054) = 10.108 \text{ ft.}$$

LONGITUD EQUIVALENTE DE
LAS VALVULAS (Válvulas de compuerta)

$$L/D = 13 \times 2 = (26)$$

$$L = 26 (0.5054) = 13.14$$

LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL

$$L = 23.248 \text{ ft} = 7.08 \text{ m.}$$

LONGITUD TOTAL PARA PERDIDAS
POR FRICCION

$$= 247.08 \text{ m.}$$

$$\Delta P = \frac{0.000273 L Q}{d^4}$$

$$= \frac{(0.000273) (1.0) (810.62) (461.82)}{(6.065)^4} = \frac{102.20}{1353.07}$$

$$= 0.0755 = 0.02 \text{ m.}$$

ALTURA HIDROSTATICA DE LA BOMBA

$$8 \text{ m} + 0.02 \text{ m} = 8.02 \text{ m.}$$

$$= 26.3188 \text{ ft.}$$

$$\text{H.P.} = \frac{(461.82) (26.3188 \text{ ft}) (1.0)}{(3960) (0.7)} = \frac{12.154'548}{2772} =$$

$$= 4.38 \text{ H.P.}$$

$$N = 0.7 \text{ eficiencia considerada}$$

Referencia 30. Bomba de alimentación de agua a tinas.

FLUJO A MANEJAR

$$= 2113 \text{ litros/minuto} = 558.2 \text{ G.P.M.}$$

LONGITUD TOTAL

$$= 245 \text{ m. Pérdidas por fricción} = 0.027 \text{ m.}$$

$$\text{Altura hidrostática} = 12 \text{ m.}$$

PRESION TOTAL DE LA BOMBA

$$= 12.027 \text{ m.}$$

$$= 39.45 \text{ ft.}$$

$$\text{Hp} = \frac{(558.2) (39.45)}{(3960) (0.7)} = 7.9$$

Referencia 28. Bomba de recuperación del escurrimiento - del gusano alimentador.

FLUJO A MANEJAR

$$660 \text{ litros/minuto} = 174.37 \text{ G.P.M.}$$

CONSISTENCIA

$$= 2.0\%$$

LONGITUD TOTAL

$$= 245 \text{ m.} = 803.8 \text{ ft.}$$

ALTURA HIDROSTATICA

$$= 12 \text{ m.}$$

PERDIDAS POR FRICCIÓN

$$= \frac{(5 \text{ ft}/100 \text{ ft}) * (803.8 \text{ ft})}{(3.2808 \text{ ft/m})} = 12.2 \text{ m.}$$

PRESION DE LA BOMBA

$$= 24.2 \text{ m.} = 79.4 \text{ ft.}$$

$$\text{HP} = \frac{(174.37) (79.4)}{(3960) (0.7)} = 4.99 \text{ H.P.}$$

Todas las bombas se deben comprar con impulsor semiabierto y en material de alta resistencia a la abrasión, ya que eventualmente se presentan volúmenes considerables de arenas.

b).- Transportadores de banda

Referencia 21. Banda de captación de bagazo lavado.

Bagazo a manejar.

Del balance de masa del DFP-0001.

El bagazo a manejar = $767.52 / 0.25 = 3070$ Ton/Día

= 127.92 Ton/Hora

Para Diseño = 159.9 Ton/Hora

De "Biblioteca del Ingeniero Químico", se recomienda para este volumen un ancho de banda de 36 pulgadas = 91.44 cm. trabajando a una velocidad de 100 ft/minuto ó 30.48 m/minuto.

Longitud 53 m. = 173.88

Caballos requeridos por cada 100 pies = 1.59

Potencia requerida = 2.76 H.P.

Elevación de 6 a 15.5 m. = 9.5 m. = 31.16 ft.

Caballos requeridos por cada 10 pies = 2.44

Potencia requerida = 7.60

Potencia total teórica	=	10.36
Factor de seguridad recomendado	=	1.3
Potencia real	=	13.47 H.P.
Nominalmente motor de		15 H.P.

c).- Desmeduladoras verticales y tinas de flotación

Las desmeduladoras son equipos especiales patentados por la compañía Process Evaluation and Development Corporation - (PEADCO), anexo se tiene copia de las especificaciones de los equipos, de tal forma que lo único que haremos en esta sección es calcular el número de equipos necesarios para el proceso, - sin involucrarnos en los cálculos de ingeniería.

Bagazo a procesar = 1114.97 Ton Secas/Día

N° de Desmeduladoras = $\frac{1114.97}{214} = 5$ equipos

Sin embargo, se consultó con el Dr. Eduardo Villavicencio, quien patentó los equipos, y nos indica que éstos pueden manejar hasta 260 Ton/Día. Por lo tanto requerimos únicamente 4 desmeduladoras y cuatro tinas.

d).- Tanques

Referencia 27. Tanque captador de escurrimiento del gusa no alimentador.

Flujo de diseño	=	300 G.P.M.	=	1135.5 litros/min
Tiempo de residencia	=	2 minutos		
Volumen del tanque	=	$(1135.5 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}})$		2 minutos
	=	2 271 litros		
Se aproxima	=	3.0 m^3		

Se considera la misma capacidad para el tanque referencia

19. Cárcamo colector de agua centrifugada.

Referencia 29. Tanque pulmón de agua para alimentación a tinas.

Tiempo de residencia requerido = 30 minutos.

Volumen = (2113 litros/minuto) (30 minutos)

= 63390 l.

= 63.39 m^3 .

6.- LOCALIZACION DE LOS NUEVOS EQUIPOS, DE ACUERDO A LA INFRA ESTRUCTURA

En las secciones precedentes se han revisado los procesos, se han efectuado los balances de materiales correspondientes al proceso seleccionado como proyecto, se plasmaron los balances - en los diagramas de flujo respectivos y se calcularon los equipos necesarios. En esta sección se muestra en planta a todos -

los equipos requeridos, las bombas no se localizan por lo pequeño de la escala, el cárcamo no se observa debido a que su posición es bajo la estación desmeduladora. Se pretende con el presente LAYOUT-GENERAL mostrar al lector la distribución adecuada para el caso de estudio.

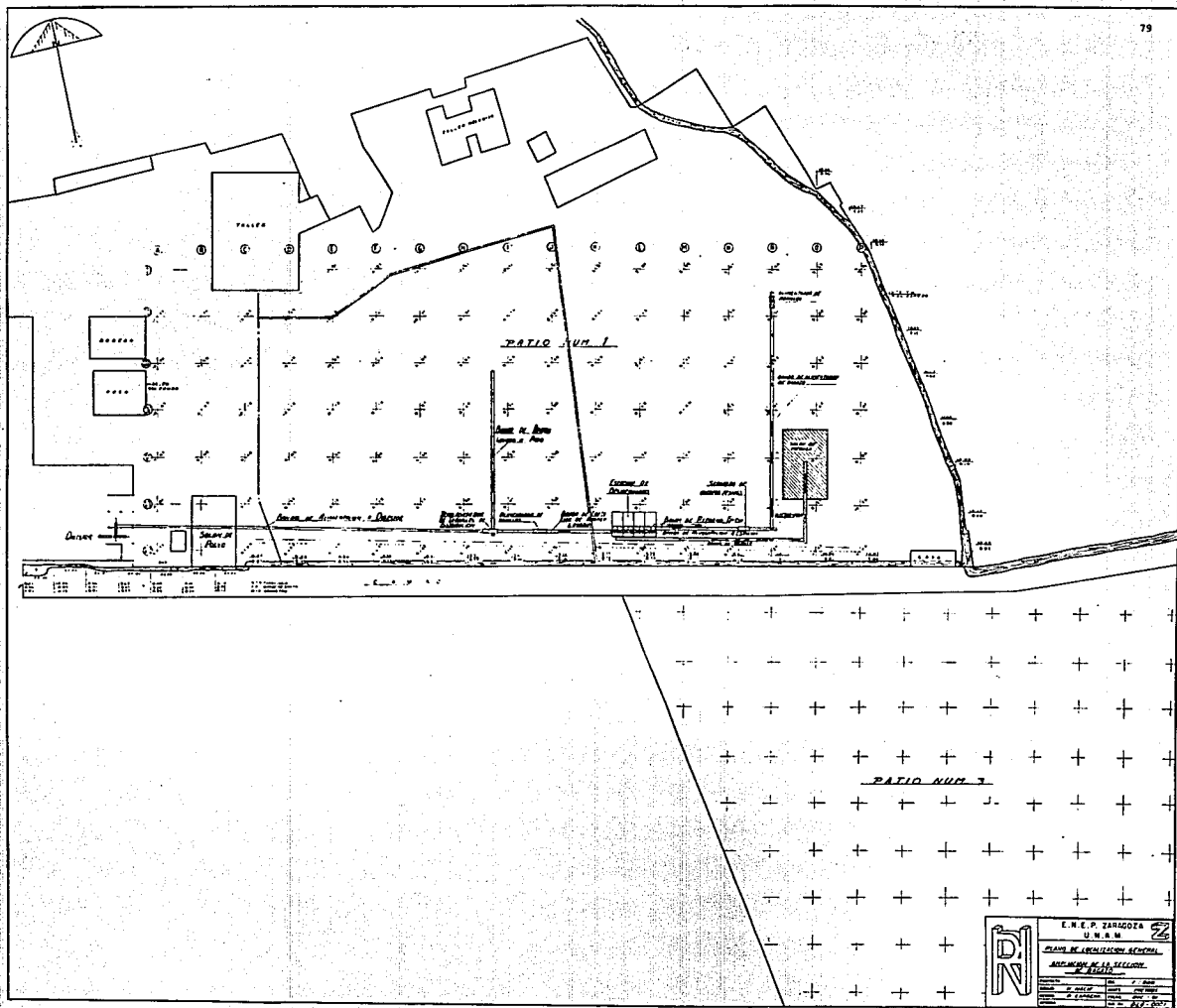
7.- INSTRUMENTACION GENERAL

El proceso descrito como parte primordial del estudio es un proceso sencillo en cuanto a su control, debido a que las operaciones involucradas son isotérmicas, a presión atmosférica y en síntesis, se pueden clasificar como operaciones físico-mecánicas.

Por lo anterior no existen variables termodinámicas a controlar, la única variable de interés es el nivel en la sección de lavadoras de bagazo. Esta variable se controla en dos puntos principales, el primero es en la sección de lavado propiamente dicho y el segundo es en la sección de purga, donde se eliminan todas las impurezas extraídas del material por medio de la operación de flotación simple.

En la Fig. 3 se detalla en forma esquemática la instrumentación mencionada.

Los equipos como transportadores, alimentadores y dosificadores más que instrumentación, requieren de un sistema elec-



NDI

E. W. E. P. ZARAGOZA
 U. N. M.
 DISEÑO DE ARCHITECTURA TECNICA
 DISEÑO DE LA BIBLIOTECA
 1998

PROYECTO	...
CLIENTE	...
FECHA	...
ESCALA	...
HOJA	...

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

trónico de velocidad variable, equipo manual que no recibe señalización de ningún tipo.

Las bombas, que normalmente requieren de un manómetro en sus descargas en este caso, únicamente quedarán preparadas para poder efectuar chequeos periódicos, no se deja el manómetro permanente, debido a que el agua a manejar es continuamente contaminada con sólidos originando con ello que se estropeen los indicadores de presión mencionados.

El tanque pulmón contará con elementos de nivel para lograr mantenerlo en nivel "CONSTANTE". Fig. 3.

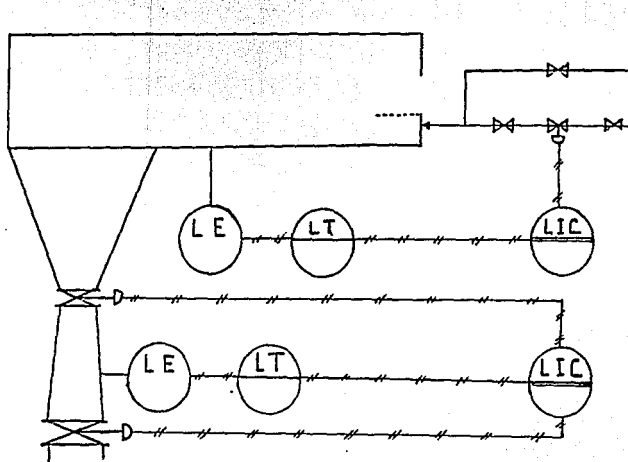


FIGURA. 3

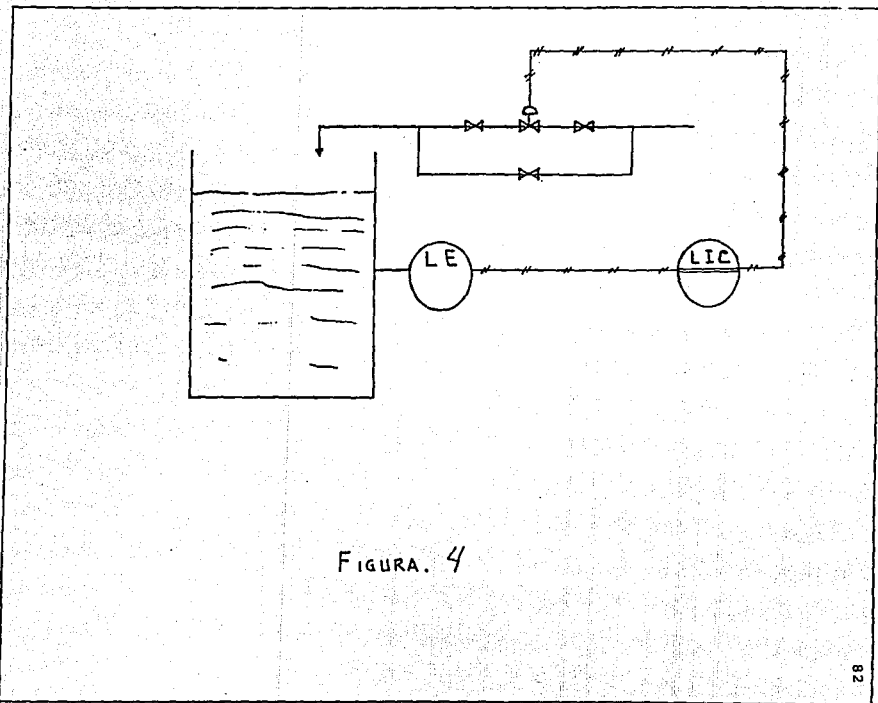


FIGURA. 4

CAPITULO III

ESTIMACION DE LA INVERSION

Lo más importante para el director de una empresa, después de los análisis técnicos del proceso, es la posición comercial del proceso en cuestión. La posición comercial no se refiere al mercado del producto ni mucho menos, se enfoca básicamente a la conveniencia que representa el realizar una inversión determinada sobre el proceso proyectado.

Para demostrar lo anterior se requiere realizar una -- evaluación económica del proyecto, en la que se deben contemplar los siguientes conceptos:

- 1.- Capital a invertir
 - a) Fijo
 - b) De trabajo
- 2.- Costos de producción totales
 - a) Costos de fabricación
 - b) Costos administrativos
 - c) Costos por ventas
- 3.- Análisis económico
 - a) Precios de venta
 - b) Rentabilidad

El capital a invertir debe incluir el Capital Fijo, - que cubre todos los equipos de fabricación instalados y listos para usarse, además se debe contemplar en este rubro a todos los equipos y maquinaria, que aún sin tener ingerencia directa en la producción, representan desembolsos de dinero, como es el caso de los compresores, generadores de vapor y todos los equipos que integran el grupo de servicios. La estimación de la inversión se lleva a cabo empleando métodos detallados o generales desarrollados para tal fin. En el presente trabajo se analizará y se describirá un método detallado de estimación. W.T. Nichols en su artículo publicado en la revista Chemical Engineering, 58(6) describe en detalle varios métodos, se describen a continuación.

1.- METODOS DE ESTIMACION DE COSTOS

La determinación del monto de la inversión requerida - para el diseño, montaje y arranque de un proceso determinado, se realiza mediante técnicas de evaluación mismas que se clasifican como sigue:

- a) Métodos básicos
- b) Métodos intermedios
- c) Métodos detallados

La aproximación de cada una de las clasificaciones anteriores es:

- a) 20 a 30 % de desviación
- b) 10 a 15 % de desviación
- c) 5 a 10 % de desviación

El hecho de tener este rango de aproximación se debe básicamente al tipo de información que se maneja en cada uno de los métodos para la realización de la estimación.

ANALISIS DE LOS METODOS

Para efectuar la estimación de la inversión por medio de estos métodos se requiere partir de la información indicada en la Tabla A. Es claro que un método de estimación será más aproximado a la realidad en el momento en que se incrementa la información de soporte del mismo. De tal forma que un método básico sirve para cálculos preliminares meramente informativos, un método intermedio se considera como un anteproyecto y finalmente un método detallado será la base para la toma de decisión de los propietarios del capital.

2.- COSTO DEL EQUIPO.

Los costos de equipos que se definen en esta sección corresponden únicamente a los equipos que en un momento dado no es posible manufacturar en el país ni en el extranjero -- sin autorización del propietario de las patentes, los equipos de manufactura autorizada se integran en conjunto en el punto de estimación de la inversión.

TABLA A
MÉTODOS DE ESTIMACION DE LA INVERSION

Información Necesaria	Detallados			Intermedios			Básicos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bases de diseño	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diagrama de flujo y balance	X	X	X	X	X	X	X	X	
Balance de energía	X	X	X	X	X	X	X		
Lista de equipos e instrumentos	X	X	X	X	X	X			
Hojas de datos de operación	X	X	X	X	X	X			
Inspección del área disponible	X	X							
Disponibilidad de servicios	X	X							
Diseños esquemáticos	X	X	X	X	X	X			
Layout de servicios	X	X	X	X	X				
Layout general del proyecto	X	X	X	X					
Típicos de construcción	X	X	X	X					
Cédula de tuberías	X	X	X						
Layout eléctrico y diagrama unif.	X	X	X						
Detalles de tubería e instrument.	X	X							
Especificaciones de instrumentos	X								
Interlocks de control	X								
Estudios de mecánica de suelos	X								
Diseño arquitectónico y estruct.	X								

1,2,3.- Son subdivisiones de las clasificaciones de los métodos y nos indican que el método mejora a medida que el número de clasificación decrece, esto se observa en la tabla al analizar la información necesaria -- para la aplicación de los métodos.

LISTA DE EQUIPO	COSTO * (Pesos)
Desmeduladoras verticales	241'241,000
Tinas de flotación	644'413,000
Dosificadores de bagazo	64'498,000

3.-ESTIMACION DE LA INVERSION.

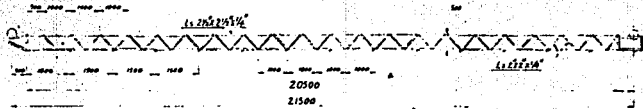
La determinación de la inversión se efectúa por medio de un método detallado y que se describe a continuación.

- 1.- Se parte de los planos de ingeniería de detalle - así como de los planos mecánicos de equipos, líneas de tuberías y planos eléctricos.
- 2.- Se solicita cotización de los materiales de construcción que se requieren según el punto 1.
- 3.- Se estima la mano de obra por fabricación según -- propuestas de los prestadores de servicio.
- 4.- Se estima la mano de obra por montaje de los equipos e instalación de tubería según propuestas de - prestadores de servicio.

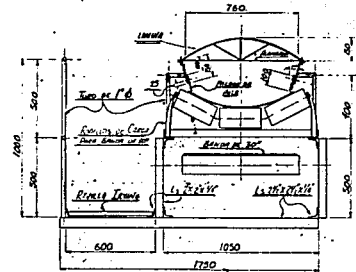
En forma de ejemplo se desarrollará el cálculo del costo instalado de un transportador de banda.

Del plano 150891 se tiene la siguiente lista de componentes, incluyendo la fuerza motriz.

* Enero de 1991

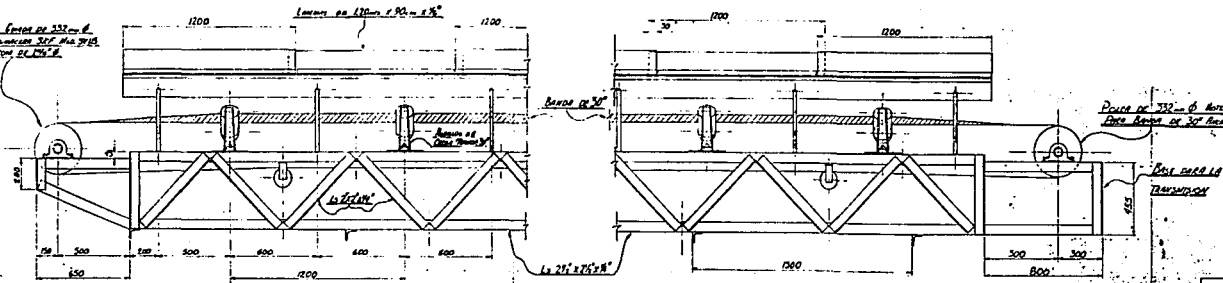


ELEVACION COMPLETA Esc 1:50



CORTE DE RODILLO Y BASTIDOR Esc 1:10

Bandeja de 330 - 6
con CARRILLOS 307. Para 2118.
con el eje de 2118.



ELEVACION DEL BASTIDOR Esc 1:10

R	E. N. E. P. ZARAGOZA	
	U. N. A. M.	
PLANO DE CONJUNTO		
BANDA DE RETORNO		
150891 REF. 21		
PROYECTADO POR: 572		
DISEÑADO POR: 572		
CORRECCION POR: 572		
APROBADO POR: 572		
FECHA: 21-1-1981		
LUGAR: A. 26726		

- Longitud del transportador
- Ancho del transportador
- Tipo de banda
- Rodillos de carga
- Rodillos de retorno
- Polea guiada
- Polea motriz
- Chumaceras SKF modelo SY 115
- Angulo de acero al carbón varias medidas
- Láminas en acero al carbón calibre 18
- Alambroón de 1/4" de diámetro
- Rejilla Irving
- Tubo de 1" cédula 40 (acero al carbón)
- Barra redonda de 2 1/4" de diámetro
- Tornillos de cabeza y tuerca hexagonales de 4" de longitud y 3/4" diámetro, de acero grado 5.
- Tornillos de cabeza y tuerca hexagonales de 2 1/2" de longitud y 5/8" de diámetro, de acero grado 5
- Reductor de velocidad de ejes normales de 10 H.P. y relación de reducción 20:1
- Motor de 10 H.P. totalmente cerrado con rotor de inducción tipo jaula de ardilla, velocidad sincrónica 1200 rpm
- Cadena RC-120 sencilla chaveteada
- Sprocket de C-120 de 10 dientes y otro de 20
- Acoplamiento motor reductor tipo Falk 7-F

2.- ESTIMACION DE COSTOS.

- Banda Long-Life de 30" de ancho (762 mm)

Para calcular la longitud necesaria de banda se multiplica la longitud del transportador por dos y se le suma el perimetro de la polea motriz de tal forma que

$$\begin{aligned} \text{Longitud requerida} &= 2(21.5 \text{ m}) + 3.1416(.3048 \text{ m}) \\ &= 43.95 \text{ m.} \end{aligned}$$

Con la longitud calculada y partiendo de la cotización -- 7091767 donde se obtiene que el costo unitario de la banda es de \$ 155,000 pesos, multiplicando este costo por la longitud de banda se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Costo de la banda} &= \$155,000 (43.95 \text{ m}) \\ &= \$ 6'812,250 \end{aligned}$$

- Rodillos de carga

Se recomienda por diseño para separación entre centros de rodillos de 1.2 m con lo cual se obtiene la cantidad

$$\begin{aligned} \# \text{ de rodillos} &= \text{Longitud del transportador} / 1.2\text{m} \\ &= 21.5 \text{ m} / 1.2 \text{ m} \\ &= 16.2 \text{ Rodillos. se aproxima a 17 Rodillos.} \end{aligned}$$

Multiplicando este número por el precio obtenido en la cotización AM-01/90 de \$340,142 pesos/Rodillo.

$$\begin{aligned} \text{Costo de los rodillos de carga} &= \$ 340,142 (17) \\ &= \$ 5'782,414 \end{aligned}$$

- Rodillos de retorno

Calculando en la forma de los rodillos de carga, pero
apegándonos al entero menor más cercano se tiene

de rodillos = 16

Partiendo de la cotización referente del ítem anterior se
tiene que el costo unitario de los rodillos de retorno es de
\$ 180,324 pesos/Rodillo

Costo de los rodillos de retorno = \$ 180,324 (16)
= \$2'885,184

- Polea guiada

Se requiere una polea, del D78 DODGE, ENGINEERING
CATALOG⁽¹⁾, el costo de una polea es de 153 dolares

Costo de una polea = \$ 153 U.S.
= \$ 153 (\$ 3,000 pesos)*
= \$ 459,000 pesos

- Polea motriz

De la misma forma, se obtiene \$ 459,000 pesos

- Chumaceras SKF

Se requieren cuatro chumaceras, del D78 DODGE, ENGI--
NEERING CATALOG, el costo de una chumacera es de 35.46 dolares

* Enero de 1991

Costo de las chumaceras = 4 (35.46)
 = 141.84 dólares
 = \$ 141.84 (\$3,000)
 = \$ 425,520 pesos

- Angulo

De ángulo de 2" se requieren 43 metros

El peso por metro del material es de 4.75 kg/m

Peso del ángulo de 2" = 204.25 kg

De ángulo de 2 1/2" se requieren 43 metros

El peso por metro de material es de 6.10 kg/m

Peso del ángulo de 2 1/2" = 262.2 kg

De ángulo de 1 1/2" se requieren 86 metros

El peso por metro del material es de 3.48 kg/m

Peso del ángulo de 1 1/2" = 299.28 kg

Peso total del ángulo = 204.25 + 262.2 + 299.28

= 765.73 kg

De la cotización 211190 el costo por kilogramo de este material es de \$ 1,500 pesos/kg

Costo del ángulo = \$ 1,500/kg (765.73 kg)

= \$ 1'148,595 pesos

- Láminas en acero al carbón (calibre 18)

Se requieren 18 láminas de 1.2 m de longitud, de acuerdo con la cotización 211190 el costo por kilogramo de material es de \$2,000 pesos. El peso por pieza de esta lámina -

es de 16.329 kg

Peso de lámina = 16.329 (18)
= 293.922 kg

Costo de la lámina = 293.922 (\$2,000)
= \$ 587,844

- Alambión de 1/4" de espesor

Se requieren 54 metros

Peso por metro lineal = 0.248 kg

Peso requerido de alambión = 54 (0.248)
= 13.392 kg

El costo por kilogramo de este material es de \$ 2,000 pesos.

Costo del alambión = \$ 26,784

- Costo de la transmisión

Se incluye motor, reductor de velocidad, accesorios de acoplamiento arrancador, interruptor y estación de botones.

Costo de la transmisión = \$ 14'000,000

- Mano de obra por fabricación

La mano de obra por fabricación para este tipo de -- transportador se determinó de acuerdo con las cotizaciones - de prestadores de servicio, el factor promedio sobre el precio de los materiales es de 1.46

Costo de la mano de obra = Costo de materiales estructu
rales y mecánicos x 1.46

Costo de materiales estructurales y mecánicas = \$18'586,591

Costo de mano de obra = \$ 27'080,984

Finalmente se requiere estimar el costo por obra civil. De acuerdo con la ubicación del transportador en cuestión se observa que se soportará de la estructura de la estación de desmedulado, razón por la que se omite la obra civil.

COSTO TOTAL DEL TRANSPORTADOR = \$ 59'667,575

El procedimiento indicado se utilizó para todos los -
equipos necesarios, el resumen se presenta a continuación.

RESUMEN DE LA INVERSION		IMPORTE
REFERENCIA	DESCRIPCION	(MILES DE PESOS)
3,33	Alimentador de cuatro rodillos	188'179
4	Banda para bagazo integral, lavado	203'533
5	Electroimán	4'800
6	Transportador de tablillas	112'507
7	Sistema de flotación neumático	3'000
8	Banda de alimentación a estación desmeduladora	132'454
9	Transportador de tablillas p/alimentar desmeduladoras	37'682
10	Dosificadores de bagazo 1,2,3	82'066
11	Desmeduladoras verticales húmedas de 38" de diám. nominal	112'714
13	Banda transportadora de médula	266'394
14	Tinas lavadoras de bagazo	430'104
15	Bandas de retorno de exceso	59'668
16	Centrifugas verticales 1,2,3	133'152
17	Gusano colector de rechazo de tinas	11'085
18	Bomba de recuperación de agua	16'663
19	Cárcamo colector de agua centrífuga	16'103
20	Criba estacionaria para separar médula	41'024
21	Banda de captación de bagazo lavado.	131'696
22	Transportador de tablillas de distribución de bagazo lavado.	37'781
23	Dosificador de bagazo a digestor	42'287
24	Banda de bagazo lavado a patio	208'367
25	Banda de alimentación a digestor	403'117

REFERENCIA	DESCRIPCION	IMPORTE (MILES DE PESOS)
26	Gusano de impregnación con platina.	32'449
27	Tanque captador del escurrimien to del gusano alimentador.	15'636
28	Bomba de recuperación de escu-- rrimiento del gusano alimenta-- dor.	22'068
29	Tanque pulmón de agua para alimentación a tinas.	3'503
30	Bomba de alimentación de agua a tinas	22'068
31	Ventilador del sistema de con- trol de polvo	8'000
32	Ciclón del sistema de control de polvo	1'000
35	Depurador eliminador de plásti- cos	1'000
36	Gusano alimentador	80'548
37	Estación de desmedulado	428'822
38	Piso de zona de alimentación	233'069
39	Cable de conexión eléctrica	70'000
40	Gusanos receptores de bagazo de las centrífugas.	156'968
41	Cambio del salón de polvo Tubería de alimentación de agua a tinas.	100'000
		47'175
		<hr/>
		3'896'683
		<hr/> <hr/>

4.- ESTIMACION DEL COSTO DE INGENIERIA.

La ingeniería necesaria para llevar a la etapa constructora un proyecto debe incluir.

- a) Ingeniería básica
- b) Ingeniería de detalle

Para evaluar el costo de realización de la ingeniería se procede a desglosar todas las actividades involucradas para contabilizar posteriormente el número de horas hombre (H-H) requeridas para realizar cada una de ellas.

En la ingeniería básica se debe contemplar.

- a) Diagramas de flujo.
- b) Lista de equipo.
- c) Layout
- d) Lista de líneas y tuberías
- e) Lista de los instrumentos
- f) Especificaciones y hojas de datos para tanques, bombas y equipos varios.
- g) Especificaciones para tuberías
- h) Especificaciones y hojas de datos para instrumentos

La ingeniería de detalle en una forma general se compone de los siguientes conceptos.

- a) Ingeniería de instrumentación
- b) Ingeniería mecánica
- c) Ingeniería de tuberías
- d) Ingeniería civil y estructural
- e) Ingeniería eléctrica.

ESTIMADO DE HORAS HOMBRE Y COSTO

ACTIVIDAD	CANTIDAD DE DOCUMENTOS A GENERAR	ESTIMADO H-H (*)
1.0 INGENIERIA BASICA		
Bases de diseño	(1)	25
Diagramas de flujo	(3)	300
Arreglo general de la planta	(1)	75
Lista de equipos	(1)	30
Lista de líneas de tubería	(5)	30
Lista de instrumentos	(1)	30
Especificaciones y hojas de datos para equipos	(6)	50
Especificaciones para tuberías	(3)	30
Especificaciones y hojas de datos para instrumentos.	(10)	30
T O T A L: Ingeniería Básica		600

(*) Datos promedio de firmas de ingeniería.

NOTA: Los diagramas de tubería e instrumentación, hojas de especificación de equipo, planos constructivos de equipo y algunos otros documentos de ingeniería no se presentan por ser de carácter confidencial.

ACTIVIDAD	CONTENIDO DE DOCUMENTOS A GENERAR	ESTIMADO H-H (*)
2.0 INGENIERIA DE DETALLE		
INGENIERIA DE INSTRUMENTOS.		
Criterios y bases de diseño	(1)	30
Diagrama de control	(5)	150
Alimentación eléctrica y/o neumática a instrumentos	(2)	100
Tableros de control	(2)	50
Detalles de instalación de ins trumentos.	(10)	50
Lista de materiales	(1)	20
INGENIERIA MECANICA		
Criterios y bases de diseño	(1)	30
Arreglos de equipo p/manejo de sólidos.	(7)	520
Especificaciones generales para recipientes.	(1)	20
Cálculo y diseño de recipientes	(4)	280
INGENIERIA DE TUBERIAS		
Criterios y bases de diseño	(1)	30
Arreglos de equipo	(2)	200
Arreglos generales de tuberías	(4)	400
Isométricos de tuberías	(30)	300
Red general del sistema contra incendio	(2)	120
Lista de materiales	(1)	50

ACTIVIDAD	CANTIDAD DE DOCUMENTOS A GENERAR	ESTIMADO H-H (*)
INGENIERIA CIVIL Y ESTRUCTURAL		
Criterios y bases de diseño	(1)	30
Especificaciones para construcción	(6)	60
Camino de acceso	(1)	80
Cimentaciones de equipos	(2)	160
Cimentaciones de edificios y estruct.	(6)	480
Estructuras de concreto	(2)	150
Estructuras de acero	(4)	320
Soportes de tuberías	(1)	70
Red general de drenajes	(2)	150
INGENIERIA ELECTRICA		
Criterios y bases de diseño	(1)	30
Diagramas unifilares	(2)	140
Cédula de cables y conduits	(3)	210
Lista de motores	(1)	70
Centros de control de motores	(1)	70
Especificaciones y hojas de datos de equipo eléctrico	(4)	30
Alimentación y distribución de fuerza	(4)	300
Sistema de alumbrado	(3)	210
Sistema de tierras	(3)	210
Lista de materiales	(1)	80
		<u>1600</u>
T O T A L INGENIERIA DE DETALLE		6800
IMPREVISTOS*		<u>500</u>
GRAN TOTAL INGENIERIA		<u>7 900</u>

* Referencia de promedios empelados por firmas de ingeniería.

Para realizar las actividades evaluadas en la sección precedente se estima la siguiente relación de personal. Actualmente el costo por hombre (H-H) correspondiente a cada categoría se lista junto con las Horas-Hombre, requeridas. El total obtenido en el cuadro siguiente en el monto requerido en la elaboración de la ingeniería.

ESPECIALIDAD	CATEGORIA	H-H EST.	COSTO H-H	COSTO TOTAL
PROCESOS	ING. ESPEC.	300	20,512.82	6'153,846.00
PROCESOS	DIBUJANTE	500	10,256.41	5'128,205.00
T O T A L P R O C E S O S :				11'282,051.00
MEC/TUBS	JEFE DE GPO.	200	17,948.82	3'589,764.00
MEC/TUBS	ING. DE DIS.	400	15,384.62	6'153,848.00
MEC/TUBS	DISEÑADOR	500	12,820.51	6'410,255.00
MEC/TUBS	DIBUJANTE	900	10,256.41	9'230,769.00
T O T A L M E C A N I C O / T U B E R I A S :				25'384,636.00
CIV/ESTR	JEFE DE GPO.	200	17,948.82	3'589,764.00
CIV/ESTR	ING. CALC.	300	15,384.62	4'615,386.00
CIV/ESTR	DISEÑADOR	500	12,820.51	6'410,255.00
CIV/ESTR	DIBUJANTE	700	10,256.41	7'179,487.00
T O T A L C I V I L / E S T R U C T U R A L :				21'794,892.00
ELECT/INST	JEFE DE GPO.	200	17,948.82	3'589,764.00
ELECT/INST	ING. CALC.	400	15,384.62	6'153,848.00
ELECT/INST	DISEÑADOR	500	12,820.51	6'410,255.00
ELECT/INST	DIBUJANTE	700	10,256.41	7'179,487.00
T O T A L E L E C T R I C O / I N S T R U M :				23'333,354.00
PROYECTOS	GTE. PROY.	400	30,769.31	12'307,724.00
PROYECTOS	ING. PROY.	400	20,512.82	8'205,128.00
PROYECTOS	ADM. PROY.	300	17,948.82	5'384,646.00
PROYECTOS	SECRETARIA	400	10,256.41	4'102,256.00
PROYECTOS	MENSAJERO	200	2.051.28	410,256.00
T O T A L P R O Y E C T O S :				30'410,318.00
GRAN TOTAL DE SUELDOS NOMINALES:				\$112'205,251.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO: *				
\$ 112'205,251.00 X 2.815 =			\$315'857,781.00	
COSTO PROMEDIO DE LA H-H: \$ 315'857,781/8,000 H-H				39,482.00

*Factor de viáticos promedio empleado por firmas de ingeniería.

CONCLUSIONES

Una vez terminado el estudio, se han logrado los objetivos planteados al inicio del mismo, se analizó el proceso de producción, se calculó el equipo necesario para lograr la ampliación y modernización de la planta de celulosa, se llegó a un valor de \$ 4'212,359,781 que es el Capital requerido para lograr el montaje de los equipos indicados incluyendo - costos de equipo, costo de obra civil, costo por instalación y costo de ingeniería.

Hasta el momento se tienen criterios para solicitar se invierta en el proyecto, sin embargo es recomendable efectuar un análisis de factibilidad, mismo que resultará material suficiente para un trabajo similar al presentado; es objetivo a simple vista, de acuerdo al comportamiento del mercado del sector papelerero y en base a las proyecciones presentadas, que una inversión en el proyecto será conveniente considerando el ahorro de sosa cáustica mencionado en la sección 3, del capítulo II, además al procesar bagazo de caña (recurso anual renovable) se pretende disminuir la explotación de los bosques de coníferas que son materia prima para la celulosa de madera. Por otra parte es importante considerar un beneficio social en el nivel de vida de los trabajadores que se elevará el mejorar el sistema operativo como se indica en el capítulo II, sección 3.

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

- Perry, John H. Manual del Ingeniero Químico, 3a. ed. Ed. U.T.H.E.A.
- Himmelblau, David H. Principios y cálculos básicos de la Ingeniería Química, Ed. C.E.C.S.A.
- Facultad de Química III. Estimados preliminares, Apuntes maestría en Ingeniería de Proyectos.
- Karlekar, B.V. Transferencia de calor, Ed. Interamericana, 1985
Fluid mechanics, Ed. McGraw-Hill, 6a. Edición
- L. McCabe, Warren Unit Operations of Chemical Engineering, Ed. McGraw-Hill 3a. Edición.
- Perry, John H. Biblioteca del Ingeniero Químico Ed. McGraw-Hill, 1986. 5a. Ed.
- Cía. Editorial "El Manual Azucarero", S.A. El Manual Azucarero, 1991.
- Dodge, Company Dodge, Engineering Catalog.
- Aceros Monterrey Manual para Constructores, 1971
- A.H.M.S.A. Construcciones en Acero 1972
- Peters y Timerhaus Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 2a. ed. Mc Graw Hill 1968.
- Popper (ed.) Modern cost engineering techniques, Mc Graw Hill 1970
- Villavicencio, G. Eduardo Proceso "PADCO" para el pulpeo de bagazo. Paramonga, Perú, 1968, 2o. Forum Internacional.
- Villavicencio, G. Eduardo "Bagasse pulp production and Its Use in Extensible paper". Octavo Congreso Técnico dupak. Viena, 1969.

Villavicencio, G. Eduardo

"Bagasse wet depithing" 3er.
Forum Internacional PEACO.
Caracas, Ven., 1970

Villavicencio, G. Eduardo

"Profile of bagasse technology",
Seminario sobre bagazo, Mackay,
Australia, 1970.

P A T E N T E S

NO. 3,537, 142

"Apparatus and methods for
processing fibrous stalks", 1970
W.R. Grace Co.

No. 3,688,345

"Method for processing fibrous
stalks", 1972 W.R. Grace & Co.

H E M E R O G R A F I A

1. Drew y Ginder, Chem. Eng. 77 (3), 100-110, 1970
2. Hirsch y Glazier, Chem. Eng. Progr.; 56 (12) 37-43, 1960.
3. Heselbarth, Chem. Eng., 74 (25), 214-216, 1967
4. Nelson, Chem. Eng. Progr., 59 (22), 1963
5. Chilton, Chem. Eng. 57 (4), 112, 1950
6. E. G. Landrop, S.I. Aronovsky T.A.P.P.I., 37,12,24A 1954.
7. H.A. Capitein, S.B. Knapp T.A.P.P.I. 40, 620, 1957
8. Testing methods practices T 4m 59 T.A.P.P.I.
9. A.T.C.P., Julio, 1976.
10. Métodos del Bloqueo, A.T.C.P. V. XXI., 4
11. Shera, Brian, A.T.C.P. V. VII., 2, 108.
12. Orozco, González, A.T.C.P. V, XIV., 2, 118
13. Características físicas y químicas del blanqueo.
14. Reunión anual XVII A.T.C.P.
15. Regalado, R.J. Miguel A. XX Reunión Anual A.T.C.P.