

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**FACULTAD DE QUIMICA**



**Modificación al Sistema de Preparación  
de Pastas en una Fábrica Productora  
de Papel**

207

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
**José González Herrera**

**1 9 7 6**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

CLAS Teril  
ABO  
FECHA 1946  
PROC  
3

209



QUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

MODIFICACION AL SISTEMA DE PREPARACION DE  
PASTAS EN UNA FABRICA PRODUCTORA DE PAPEL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O Q U I M I C O

PRESENTA

J O S E G O N Z A L E Z H E R R E R A

1 9 7 6

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: ADALBERTO TIRADO ARROYAVE.  
VOCAL: MARIO GUEVARA VERA.  
SECRETARIO: PABLO ALDRETT CRUZ.  
1er. SUPLENTE: JORGE CASTAÑARES ALCALA.  
2o. SUPLENTE: CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

NEGOCIACION PAPELERA MEXICANA, S.A.

MEXICO, D.F.

SUSTENTANTE: JOSE GONZALEZ HERRERA.

ASESOR: PABLO ALDRETT CRUZ.

Deseo patentizar mi agradecimiento a los Sres. Ings. Pablo Aldrett C., y Angel Mendizabal Z., por su valiosa y desinteresada ayuda, gracias a la cual fué posible realizar éste - trabajo.

A MIS PADRES:

Como una pequeña muestra de mi  
agradecimiento. Por su gran - -  
ayuda y estímulo constantes.

A MI ESPOSA:

Que con su cariño y gran amor  
hizo posible la culminación de-  
éste trabajo.

MODIFICACION AL SISTEMA DE PREPARACION DE PASTAS  
EN UNA FABRICA PRODUCTORA DE PAPEL

\*\*\*\*\*

C O N T E N I D O

- I.- INTRODUCCION.
- II.- OBJETIVO Y CONCLUSIONES.
- III.- DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL DE PREPARACION DE PASTAS.
  - III.- 1).- PRODUCCION PROMEDIO.
  - III.- 2).- PERSONAL Y DESEMPEÑO DE LABORES.
  - III.- 3).- MATERIAS PRIMAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE PREPARACION DE LA PASTA.
  - III.- 4).- FORMULACIONES.
  - III.- 5).- FORMAS DE CARGA DE HIDRAPULPER.
  - III.- 6).- DIAGRAMAS DE FLUJO.
  - III.- 7).- LOCALIZACION DE TANQUES E HIDRAPULPERS.
  - III.- 8).- BALANCE DE MATERIAL.
- IV.- SISTEMA RAMIFICADO SEMI-CENTRALIZADO DE DESFIBRACION, REFINACION Y DISTRIBUCION DE PASTAS.
  - IV.- 1).- LOCALIZACION DE TANQUES E HIDRAPULPERS.
  - IV.- 2).- BALANCE DE MATERIAL Y DESCRIPCION DE LA OPERACION DE CARGA DE HIDRAPULPERS.
  - IV.- 3).- ESTIMACION DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.
- V.- EVALUACION DE LA INVERSION.
- VI.- BIBLIOGRAFIA.

## I.- INTRODUCCION.

La fabricación del papel es una de las industrias más antiguas y grandes del mundo. En México esta industria forma parte muy importante en el desarrollo técnico y económico del país siendo a la vez una fuente directa de trabajo para un gran número de mexicanos.

Dentro del proceso de fabricación del papel la preparación de la pasta ocupa un lugar muy importante; es un proceso en el cual la pulpa se trata mecánicamente y queda lista para formar una hoja en la máquina de papel.

Existen muchas y muy diversas distribuciones para la instalación del equipo de preparación de la pasta. Al mismo tiempo, sólo puede haber dos tipos básicos de sistemas:

A).- Intermitente.

B).- Continuo.

La fábrica en la cual se realizó este estudio cuenta con cuatro máquinas productoras de papel cada una con su propio sistema de preparación, refinación y distribución de pasta el cual es de tipo lineal e intermitente.

Este tipo de sistema dentro del proceso económico y de desarrollo de la empresa tiene sus muy marcadas limitaciones ya que el

costo por unidad de producto terminado llega a ser tan elevado que repercute directamente en las utilidades (Rentabilidad) de la empresa.

Entre los costos que se ven directamente afectados bajo este sistema se tiene ALTOS COSTOS debidos a :

- a).- Problemas de operación.
- b).- Mala operación debida a la excesiva mano de obra.
- c).- Alto porcentaje de mermas y segundas.
- d).- Elevado consumo de servicios (energía eléctrica, agua, vapor, etc.).
- e).- Manejo inadecuado en la transportación y reacomodo de las diferentes materias primas fibrosas y no fibrosas - (ingredientes).

## II.- OBJETIVO Y CONCLUSIONES.

### OBJETIVO:

El objetivo de este estudio consiste en abatir el costo de producción y consecuentemente del producto terminado con el fin de incrementar las utilidades y de esta forma tener una rentabilidad mayor en nuestro proceso.

Dicho objetivo se logrará mediante el establecimiento de un Sistema Ramificado Semicentralizado de Desfibración, Refinación y Distribución de Pastas.

La inversión es de fácil recuperación dados los resultados que se obtendrán.

### CONCLUSIONES:

1).- Este nuevo sistema se hace cada día más necesario, desde el punto de vista OPERACION ya que ésta se simplifica y se tiene mejor controlada puesto que cuenta con menos equipo y a la vez menos mano de obra.

2).- Con este nuevo sistema disminuirán los problemas de operación.

3).- La inversión es relativamente baja y de fácil recuperación dado que se considera que todo el equipo existente esta en condi-

ciones de operación.

4).- El equipo nuevo que se adquirirá así como las modificaciones que se harán al edificio vendrán a aumentar el ACTIVO FIJO de la empresa. Los equipos sobrantes quedarán en condiciones de ser utilizados como refacciones.

5).- La recuperación de la inversión es de un año (aprox.) - dependiendo de resultados.

6).- Las fechas de iniciación y terminación para los trabajos a realizar de acuerdo a la modificación serán fijados de tal manera - que no afecte el calendario de producción (paros programados) y consecuentemente la economía de la empresa.

7).- **Disminución del** costo de la mano de obra.- **Se reduce** el número de personas que directamente y con su esfuerzo físico operan en el proceso de preparación de pastas.

8).- **Disminución del** costo de supervisión.- Un solo Ingeniero por turno podrá hacerse cargo de dirigir el esfuerzo de las demás personas.

9).- **Disminución del** costo originado por el consumo de energía eléctrica.

10).- Disminución del costo de mantenimiento .- En esta parte se incluye: sueldo, herramientas, refacciones, empaquetaduras, etc .

11).- Disminución del costo originado por la transportación y reacomodo de las diversas materias primas involucradas en el -- proceso de preparación de pastas .

### III.- DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL DE PREPARACION DE PASTAS.

#### III.- 1).- PRODUCCION PROMEDIO.

La fábrica cuenta con cuatro máquinas de las cuales las máquinas I y II son máquinas de cilindros formadores que producen Cartulinas Bristol y Manilas en un rango que va de 180 a 350 g/m<sup>2</sup>. En cambio las máquinas III y IV son máquinas Fourdrinier que producen papeles Bond, Ediciones, Ledgers y Especiales en un rango muy amplio de gramajes: desde 30 hasta 200 g/m<sup>2</sup>.

Se producen en promedio 55 Ton/Día., dependiendo de la velocidad, tipo de papel, gramaje, etc.

Máquina	Producción T/D.		
	Promedio	Mínima	Máxima
I	10	8	12
II	10	8	12
III	25	20	30
IV	10	8	12
TOTAL	55	44	66

El departamento de preparación de pastas se encuentra localizado en el primer piso; aquí se encuentra la parte superior de los hidrapulpers, áreas destinadas al almacenamiento de las materias primas y recuperadores de fibras.

En la planta baja están localizados los motores de los hidrapul-

pers, tanques de agua blanca, tanques de pasta, baterías de refinadores, bombas y tuberías.

### III.- 2).- PERSONAL Y DESEMPEÑO DE LABORES.

Existen en el área de preparación de pastas tres personas -- por máquina (la máquina III tiene un elemento denominado "Extra") encargadas de realizar el trabajo de preparación, refinación y distribución de pasta.

**ENCARGADO DE REFINACION.-** Es la persona sobre la cual descansa la responsabilidad del trabajo de preparación de la pasta así como su refinación y distribución a la máquina. Su trabajo consiste en supervisar la carga correcta del hidrapulper para posteriormente "refinar" la pasta y darle las características establecidas de refinación para con ello formar una hoja en la máquina de papel.

**ENCARGADO DE HIDRAPULPER.-** Se encarga de realizar la carga del hidrapulper paso a paso comprobando que las materias primas sean las indicadas por el boletín de fabricación, determina el P.H. de la suspensión cada que es necesario. El es la persona que descarga el hidrapulper cuando la carga contenida ha quedado bien preparada.

**AYUDANTE DE HIDRAPULPER.-** Su trabajo es el siguiente:

- 1).- Pesa las cantidades exactas de los ingredientes .
- 2).- Prepara dichos ingredientes para su carga al hidrapulper .
- 3).- Ayuda a cargar las materias primas a saber:
  - a).- Pulpas de bagazo de fibra corta (F.C.)
  - b).- Pulpas de madera de fibra corta (F.C.)
  - c).- Pulpas de madera de fibra larga (F.L.)
  - d).- Otras pulpas especiales .

4).- Hace limpieza de su área de trabajo así como también - - presta ayuda para realizar las limpiezas del sistema cuando hay cambios de fabricación, sistema muy sucio, etc .

ELEMENTO EXTRA.- Desempeña un trabajo equivalente al de el ayudante de hidrapulper . Su labor principal es la de ayudar a cargar las pulpas, sobre todo la de bagazo . Se puede disponer de sus servicios para cualquier trabajo especial .

III.- 3).- MATERIAS PRIMAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE PREPARACION DE LA PASTA .

- A).- FIBROSAS .
- B).- NO FIBROSAS (INGREDIENTES)

A).- FIBROSAS:

- 1.- Pulpas de madera de fibra larga o de fibra corta.
  - a).- Al sulfato: Semi-blanqueada, blanqueada y sin blanquear.
  - b).- Al sulfito: Blanqueada (86 - 89% ), blanqueada (92%) y sin blanquear.
  - c).- Pulpa mecánica.
- 2.- Pulpa de bagazo blanqueada.
- 3.- Mermas propias y de máquina.

B).- NO FIBROSAS:

- 1.- Almidones.
- 2.- Biocidas.
- 3.- Dispersantes de resina.
- 4.- Envolventes de resina.
- 5.- Caolines (cargas).
- 6.- Carbonato de sodio.
- 7.- Colorantes.
- 8.- Sulfato de Aluminio.
- 9.- Resinas (encolantes).

III. 4).- FORMULACIONES.

MAQ.	TIPO DE PAPEL	GRAMAJE G/M2.	PULPA DE F. L. KG. %	PULPA DE F. C. KG. %	MERMAS KG. %	TOTAL M.P.F. KG.	CAOLIN KG.	TOTAL KG.
I y II	Manilas	180 - 350	280 - 40	420 - 60	*	700	140	840
I y II	Bristol	180 - 350	210 - 30	490 - 70	*	700	140	840
III	Bonds	50 - 60	240 - 30	560 - 70	*	800	120	920
III	Bond-Bristol	70 - 200	160 - 20	640 - 80	*	800	120	920
III	Ediciones	80 - 160	400 - 50	-	Pulp.Mec. 400-50	800	120	920
III	Tápiz Bco.	100	480 - 60	160 - 20	Algodón 160-20	800	120	920
IV	Bond c/marca	60 - 75	F.L. Sulfato 120 - 20	F.L. Sulfito 60 - 10	420-70	600	90	690
IV	Copia	30	420 - 70	180 - 30	*	600	-	-

F.L. = Fibra Larga.

F.C. = Fibra Corta.

M.P.F. = Materias Primas Fibrosas.

\* En todas las máquinas, cuando el boletín de carga lleva consigo un cierto porcentaje de merma que se deberá cargar; dicho porcentaje por lo general es eliminado de la fibra corta.

### III.- 5).- FORMAS DE CARGA DE HIDRAPULPER.

A).- Cuando se carga la pulpa de madera (F.L. o F.C.)

B).- Cuando se carga la pulpa de bagazo (F.C.)

C).- Cuando se carga la pulpa de madera, pulpa de bagazo y merma todo en un solo hidrapulper.

A).- Forma de carga de la pulpa de madera.

1).- Se va agregando agua blanca (agua de fabricación) y simultáneamente la pulpa de madera que va a ser desfibrada. La pulpa se agrega poco a poco al hidrapulper. Todo esto se realiza con el rotor del hidrapulper en movimiento; es decir, el rotor dura accionado todo el tiempo que se lleva el preparar una carga.

2).- Se agrega la carga (caolín en suspensión acuosa).

En máquinas I y II las cargas son de 700 Kgs. el total de las materias primas fibrosas y llevan 140 Kg. de caolín.

El caolín se prepara a una concentración de 0.7 Kgs. de caolín por litro de agua; es decir, 140 Kgs. caolín en 200 litros de agua.

En máquinas III y IV las cargas son de 800 Kgs. y llevan 120 Kgs. de caolín, éste se prepara a una concentración de 0.6 Kgs. de caolín por litro de agua, es decir, 120 Kgs. caolín en 200 litros de

agua .

La suspensión de caolín se pasa a través de un tamíz antes de agregarla al hidrapulper, ésto se hace con el fín de eliminar las impurezas que con frecuencia trae consigo el caolín.

3).- Ya que esta bien desfibrada la pulpa de madera se determina el P.H. de la suspensión. El P.H. debe ser lo más neutro posible (6.8 a 7.0), valor que se alcanza usando ceniza de sosa o -- bien carbonato de sodio.

4).- Ya ajustado el P.H. al rango de 6.8 a 7.0 se agrega el encolante. El encolante se prepara disolviendo la resina en agua -- (5 kgs. de resina en 100 litros de agua; es decir a una concentración de 0.05 Kgs. de resina por litro de agua) e inyectando vapor vivo al recipiente de dilución, ésto con el fín de lograr una mejor disolución. La solución se pasa a través de un tamíz antes de agregarla al hidrapulper .

5).- Se deja trabajar el hidrapulper entre 10 y 15 minutos -- con el fín de alcanzar un buen mezclado.

6).- Se agregan los colorantes. Los colorantes se disuelven en agua en un recipiente de 25 litros al cual se le inyecta vapor vivo, o bien en agua fria según la solubilidad y tipo de colorante. Se agregan al hidrapulper a través de un tamíz.

En la industria del papel el uso de colorantes solubles sintéticos se limita a tres grandes grupos a saber: básicos, ácidos y directos. Casi el 95% de todos los papeles que se fabrican están teñidos con cualquiera de éstos tres tipos de colorantes.

Los colorantes se pueden agregar al hidrapulper ya sea antes o después de haber agregado el encolante pero muy importante es el hecho de agregarlos antes que el sulfato de aluminio. Los colorantes aunque por lo general tienen buena retención, ésta se ayuda con la adición del sulfato y mejor aún con encolante y sulfato.

Es recomendable agregar primero el colorante y después el sulfato de aluminio por lo siguiente:

El ion aluminio trivalente y positivo ( $AL^{+++}$ ) del sulfato de aluminio ( $AL_2(SO_4)_3$ ) comunica una carga positiva a la partícula de colorante dispersa, causando así la atracción por la fibra de celulosa cargada negativamente. Por lo anterior se deduce que el sulfato de aluminio actúa como mordente para retener los colorantes sobre la hoja de papel.

7).- Se determina el P.H. de la suspensión.

8).- Se agrega el sulfato de aluminio necesario para bajar el P.H. a 4.0 - 5.0 con lo cual se precipita la resina.

En la practica se ha encontrado que la relación de resina a sulfato necesario para la precipitación de la resina es de 1 a 3 mínimo hasta 1 a 5 máximo.

9).- Se descarga el hidrapulper al tanque de fibra larga .

La pasta contenida en el hidrapulper tiene una consistencia - aproximada de 4.0 a 6.5% antes de ser descargada .

B).- Forma de cargar la pulpa de bagazo .

La pulpa de bagazo no se trata mucho en el hidrapulper y tampoco se refina dado que es una pulpa de fibra corta que se hidrata - - muy fácilmente y nos da problemas de drenado .

1).- Se debe tener el rotor del hidrapulper estático .

2).- Se afora el hidrapulper hasta un cierto nivel que se alcanza usando agua blanca . En esta fábrica el agua tiene un P.H. que va de 4.0 a 5.5 .

3).- Se agrega la pulpa de bagazo . Esta viene laminada y acomodada en tarimas cuya humedad oscila entre el 75 y el 80% su P.H. esta entre 6.8 y 7.4 . Simultáneamente se agrega la suspensión de - - caolín .

4).- Ya que se agregó el agua , la pulpa de bagazo y la carga se arranca el hidrapulper ; es decir , se acciona el rotor .

5).- Se determina el P.H. y se ajusta a 6.8 - 7.0 con ceniza de sosa o carbonato de sodio.

6).- Se agrega el encolante.

7).- Se deja trabajar el hidrapulper entre 5 y 10 minutos con el fin de alcanzar un buen mezclado.

8).- Se agregan los colorantes.

9).- Se determina el P.H. de la suspensión.

10).- Se agrega el sulfato de aluminio necesario para bajar el P.H. a 4.0 - 4.5 con lo cual se precipita la resina.

11).- Se descarga el hidrapulper al tanque de bagazo.

La pasta contenida en el hidrapulper tiene una consistencia aproximada de 4.0 a 6.5% antes de ser descargada.

C).- Forma de cargar la pulpa de madera, pulpa de bagazo y merma todo en un solo hidrapulper.

1).- Con el rotor del hidrapulper en movimiento se va agregando agua blanca y la merma. Cuando se ha acabado de cargar la merma, ésta se deja de 10 a 15 minutos en el hidrapulper con el fin de alcanzar un buen desfibrado.

2).- Se agrega la pulpa de madera.

3).- Se agrega la suspensión de caolín.

4).- Se para el rotor del hidrapulper.

5).- Con el rotor del hidrapulper estático se procede a cargar la pulpa de bagazo.

6).- Ya cargada la pulpa de bagazo, es decir, ya que se tiene toda la materia fibrosa en suspensión, se acciona el rotor.

7).- Se determina el P.H. y se ajusta a un valor de 6.8 - 7.0 con ceniza de sosa.

8).- Se agrega el encolante.

9).- Se deja trabajar el hidrapulper entre 10 y 15 minutos con el fin de alcanzar un buen mezclado.

10).- Se agregan los colorantes.

11).- Se determina el P.H.

12).- Se agrega el sulfato de aluminio necesario para bajar el P.H. a 4.0 a 5.0 con lo cual se precipita la resina.

13).- Se descarga el hidrapulper al tanque de fibra larga.

La pasta contenida en el hidrapulper tiene una consistencia aproximada de 4.0 a 6.5% antes de ser descargada.

Antes de ver los diagramas del sistema de preparación de pasta de cada una de las máquinas haré hincapié en lo que respecta a la forma de carga del hidrapulper. Forma rudimental y anticuada.

Todos los hidrapulpers son semejantes y a excepción del de la -- máquina I que es de concreto armado, todos los demás son de hierro -- fundido recubiertos en su interior con una placa de acero inoxidable, -- tal es el caso de las máquinas II, III y IV. Son todos hidrapulpers - -

VELEZ soportados por patas de concreto armado. En el centro y al fondo de la cuba poseen un pesado rotor de acero provisto de aspas - pulpeadoras; es decir, desfibradoras. El rotor esta impulsado por la parte de abajo por medio de un motor y bandas en V. La cámara que rodea la periferia del rotor esta cubierta por una serie de platinas perforadas del tamaño apropiado para el tipo de desfibración - deseada. Las perforaciones pueden ser desde menos de  $\frac{1}{4}$ " (6.4 mm.) hasta más de 1" (25.4 mm.) de diámetro, según sean las necesidades. Todos los hidrapulpers estan arreglados para operación intermitente - y tienen por consiguiente una válvula de descarga para su limpieza.

La pulpa de madera que se carga en el hidrapulper viene en hojas formando una paca. Dicha pulpa se carga en forma aproximada; es decir, en décimos de paca. Para esto se toma el peso promedio ya descontada la humedad comercial (se tomó de 10%).

Ejemplo:

Si la formulación lleva 240 kilogramos de pulpa de madera y la paca de dicha pulpa tiene un peso promedio de 300 kilogramos, -- entonces lleva ( $240/300 = 0.8$ ) 8 décimos de paca.

Lo anterior nos indica que hay que dividir la paca en 10 partes de las cuales cargaremos 8 y quedarán 2 para la siguiente carga.

Lo mismo sucede con la pulpa de bagazo ya que viene laminada

y arreglada en tarimas. La humedad de la pulpa es de 75 a 80% y el peso promedio de la tarima es de 350 kgs. base seca. La pulpa se carga manualmente y la operación de carga es llevada a cabo -- por dos hombres (encargado y ayudante de hidrapulper).

La merma presenta el mismo problema ya que por lo general se agrega en "Tercios" al hidrapulper; ésto es, se hace una cama - en donde se deposita la tira y la merma que sale de la máquina, se enrolla y así se carga al hidrapulper.

Otras fuentes abastecedoras de merma son:

a).- Las máquinas que producen rollos de papel los cuales son marcados merma por el departamento de control de calidad.

b).- Una empacadora de merma la cual produce pacas de -- aproximadamente 300 kilogramos de peso.

La ceniza de sosa o carbonato de sodio se agrega en estado -- sólido al hidrapulper.

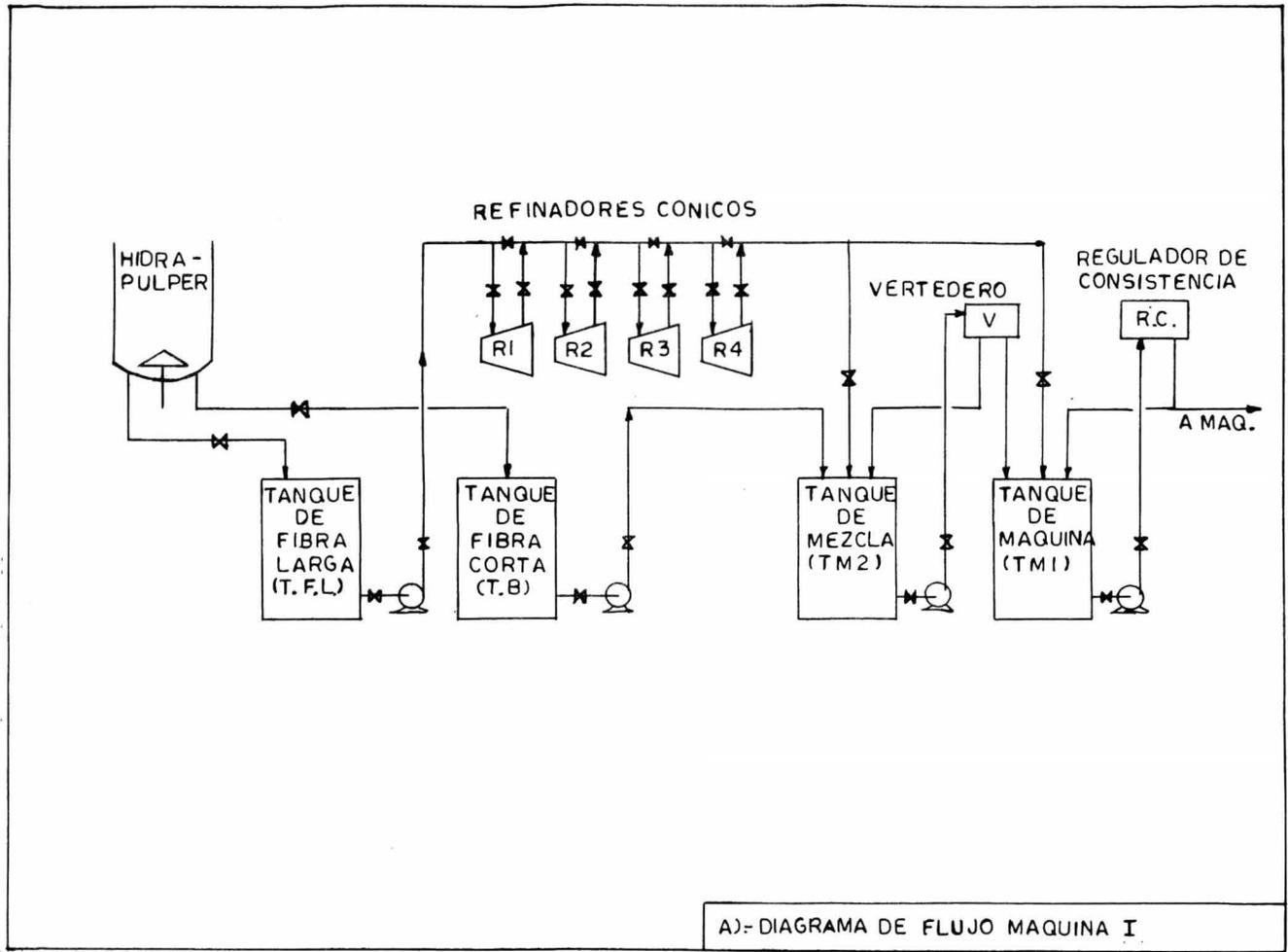
Las cargas se agregan al hidrapulper en suspensión y preparadas de acuerdo a lo establecido anteriormente cuando se vió diferentes formas de cargar el hidrapulper.

Se agregan al hidrapulper además: dispersantes de resina, - envoltentes de resina, biocidas y antiespumantes.

III.- 6).- DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

AREA PREPARACION DE PASTAS.

- a).- Diagrama de flujo máquina I
- b).- Diagrama de flujo máquina II
- c).- Diagrama de flujo máquina III
- d).- Diagrama de flujo máquina IV



## A).- DIAGRAMA DE FLUJO MAQUINA I.

El diagrama nos muestra lo que se podría llamar una distribución ortodoxa. Se muestra en primer término el hidrapulper que es de tipo intermitente, en el que se agregan los diferentes componentes de la mezcla fibrosa (pulpa de madera, pulpa de bagazo y merma) junto con la cantidad de agua requerida para obtener la consistencia deseada y la desfibración necesaria para que se produzcan los resultados -- deseados. Con frecuencia los diversos aditivos que se incluyen en la mezcla fibrosa, se agregan en determinado momento del ciclo de ba--tido. El vaciado del hidrapulper se hace por gravedad al tanque de -- fibra larga (T.F.L.) o bien al tanque de bagazo (T.B.), los cuales son tanques horizontales provistos con agitador de propela, dichos tanques son de concreto armado sin recubrimiento interior de azulejo.

Del tanque de fibra larga (T.F.L.) por medio de una bomba -- para pasta la suspensión se extrae y es bombeada a los refinadores -- "JONES" (se muestran dispuestos en SERIE) descargando ya sea en el tanque de mezcla (TM2) o bien, en el tanque de máquina (TM1) depen--diendo de las necesidades de la operación. En una disposición de refi--nadores en serie y debido al juego de válvulas, la pasta pasa a través del primer refinador, del segundo, del tercero y finalmente por el -- cuarto dependiendo del grado de refinación deseado.

Existe otra disposición de los refinadores que aunque no se tiene aquí es interesante mencionar; la disposición en PARALELO.

En una disposición en paralelo la pasta se subdividiría en -- cuatro partes iguales pasando cada parte por un refinador en una -- operación de un solo paso, descargando ya sea en el tanque de mezcla (TM2) o bien, en el tanque de máquina (TM1).

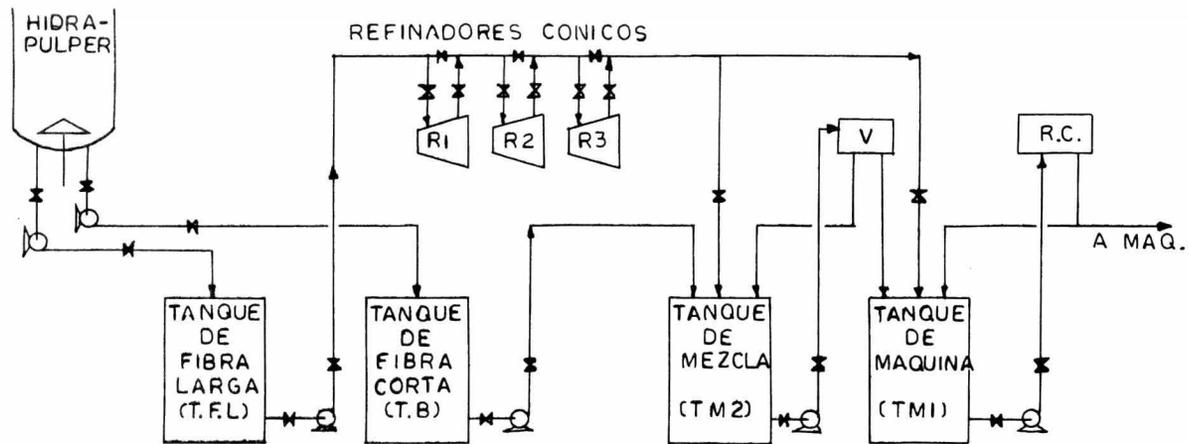
Otra disposición que también es importante mencionar es -- la disposición "PARALELO - SERIE" que es una combinación de -- las dos anteriores.

En una disposición de éste tipo se podrían tener los dos, o bien, los tres primeros refinadores en paralelo tomando la mitad, - o bien, un tercio de la pasta total cada refinador respectivamente, - pasando después toda la pasta por la tercera y cuarta unidad en el primer caso y únicamente por la cuarta unidad en el segundo caso cuando los tres primeros JONES estuviesen en paralelo.

Los tanques de mezcla (TM2) y de máquina (TM1) donde descarga la pasta ya refinada son iguales a los tanques (T.F.L.) y - - (T.B.) con las mismas deficiencias; ésto es, no tienen buen mez-clado ni buena agitación.

Del tanque de mezcla (TM2) la pasta es bombeada a un vertedero que posee dos orificios en el fondo; uno para que la pasta - -

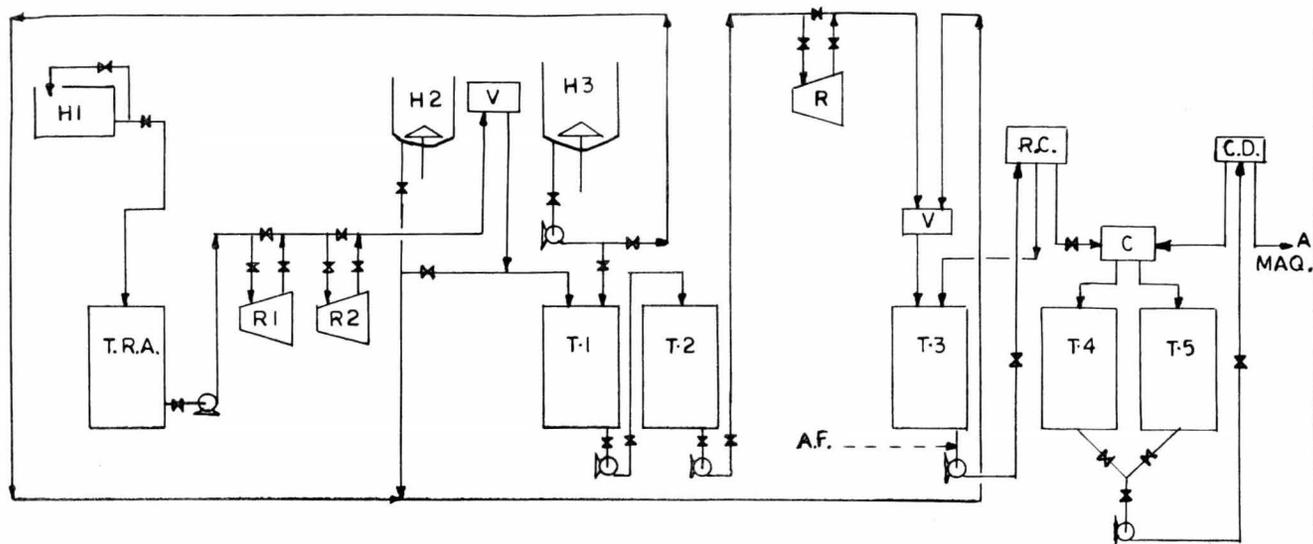
ya mezclada descargue al tanque de máquina (TM1) y el otro para que la pasta retorne al tanque de mezcla (TM2). La pasta contenida en el tanque de máquina (TM1) por medio de bombeo llega a una caja reguladora de consistencia en donde la consistencia se mantiene aproximadamente en un valor de 3.0% con agua blanca por medio de un aparato regulador de consistencia. La pasta a una consistencia de 3.0% sale de la caja y se alimenta a cada uno de los formadores de la máquina. El exceso de pasta cae por gravedad al tanque de máquina (TM1).



B).- DIAGRAMA DE FLUJO MAQUINA II

B).- DIAGRAMA DE FLUJO MAQUINA II.

Es exactamente igual al de máquina I.



HI.- HIDRAPULPER SÓLVO  
 H2.- " FIBRELLA  
 H3.- " VELEZ  
 T.R.A.- TANQUE DE REFINACION  
 DE ALGODÓN.  
 V.- VERTEDEROS  
 A.F.- AGUA FRESCA  
 R1 Y R2.- REFINADORES CONICOS  
 PARA ALGODON  
 R.- BATERIA DE 4 REFINADORES  
 R.C.- REGULADOR DE CONSISTENCIA

C.- CAJA DE PASO  
 C.D.- " " DISTRIBUCION  
 T.1.- TANQUE DE DESCARGA  
 T.2.- " " REFINACION  
 T.3.- " " MEZCLA  
 T.4 Y T.5.- TANQUES DE MAQUINA

C).- DIAGRAMA DE FLUJO MAQUINA III

### C).- DIAGRAMA DE FLUJO MAQUINA III.

Este sistema es el más versátil de todos puesto que se adapta a varios tipos de fabricación. En este sistema se trabaja con todo tipo de materia prima fibrosa, desde la pulpa de algodón hasta la pulpa de bagazo.

En el diagrama aparece en primer término el hidrapulper - - SOLVO el cual posee su rotor de acero en una de sus paredes verticales, tiene además un mecanismo de recirculación interno lo cual hace muy eficiente en la desfibración de todo tipo de pulpa.

La suspensión fibrosa contenida en el hidrapulper se descarga al tanque de refinación de algodón (T.R.A.). De este tanque la pasta es bombeada y pasa a través de dos refinadores JONES dispuestos en SERIE, la pasta ya refinada llega a un vertedero y de allí por gravedad cae al tanque uno (T-1) en donde se mezcla con las demás pulpas complementarias de la carga.

El hidrapulper Fibrella (H2) es magnifico para el desfibrado por lo cual se usa para desfibrar la merma. En este hidrapulper se alcanza un desfibrado tal, que la merma desfibrada puede bombearse directamente hasta el tanque de mezcla (T-3) sin pasar por los refinadores. Debido a su alta capacidad de desfibrado, éste hidrapulper se usa para desfibrar pulpa mecánica y pulpas Kraft. A diferencia de la

merma la pulpa mecánica y las demás pulpas se descargan al T-1 -- de dónde por bombeo se pasan al T-2 y posteriormente por los refinadores hasta llegar al vertedero V y de ahí descargar al T-3.

Los hidrapulpers Fibrella y Solvo presentan una característica diferente a todos los demás: son autobombas; es decir, se descargan por si solos (abriendo su válvula de descarga), sin necesidad de usar bomba exterior de descarga.

En el hidrapulper Vélez (H3) por lo general se carga la pulpa de bagazo. A veces, sobre todo cuando hay que ajustar el color, toda la carga se trata en este hidrapulper. Cuando la carga a quedado lista - (bien preparada), se descarga al T-1 por medio de una bomba, de aquí la pasta se pasa al tanque T-2 por medio de otra bomba y de éste último tanque la pasta es bombeada a través de los refinadores hasta llegar al vertedero y de ahí por gravedad caer al tanque T-3 de mezcla. - Cuando se carga pulpa de bagazo esta es bombeada directamente del -- hidrapulper al tanque T-3.

En el tanque T-3 se hace la mezcla correcta de las diferentes - materias primas fibrosas a una consistencia superior a 3.0%. La pasta ya bien mezclada pero a elevada consistencia (lo que nos puede originar problemas de bombeo), se le regula la consistencia a un valor de 3.0% para lo cual en el tubo de succión de la bomba del tanque T-3 esta --- conectada una tubería de agua fresca de un aparato regulador de --

consistencia que se encarga de ~~esta~~ metiendo agua de tal forma que la pasta alcance una consistencia de 3.0% en la caja reguladora de consistencia. En esta caja la pasta ya regulada a 3.0% de consistencia desborda y cae por gravedad a una caja de paso C que alimenta de pasta a los tanques de máquina (T-4 y T-5).

La pasta contenida en los tanques de máquina por medio de una bomba común a los dos tanques es bombeada hasta la caja distribuidora de pasta (C.D.) que como su nombre lo indica es la que distribuye y alimenta de pasta a la bomba de abanico (FAN PUMP) de la máquina. El exceso de pasta derrama y cae por gravedad a C y de aquí a los tanques T-4 y T-5; es decir, se recircula.

En esta máquina los cambios de fabricación se pueden hacer de muy diversas formas, por ejemplo:

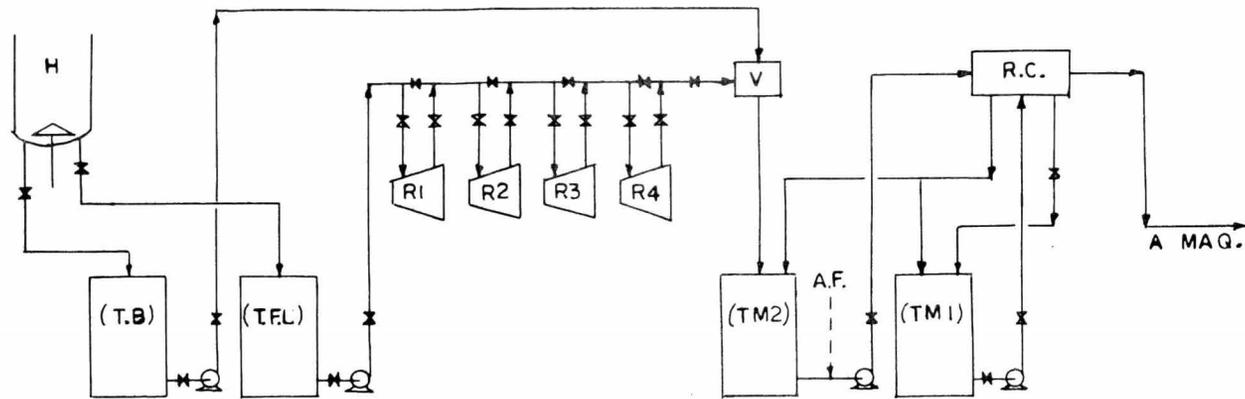
Si la fabricación nueva es parecida a la que esta corriendo en color y materias primas, el cambio se puede hacer sin parar la máquina; ésto es, arrastrando la pasta tanque por tanque hasta los tanques de máquina y trayendo atrás la nueva fabricación.

Si la fabricación es de color básico para la nueva fabricación y lleva más o menos el mismo tipo de carga; es decir, mismas materias primas el cambio se puede hacer de tanque a tanque sin parar la máquina. Se trabaja con el T-5; ya que se acaba la --

pasta de este tanque, se llena con la pasta del tanque T-3 que es la pasta de la nueva fabricación y se hace el cambio de válvulas para trabajar con el tanque T-4. Cuando se esta acabando la pasta del tan que T-4 (sin parar la máquina) se pasa la pasta nueva y el cambio de fabricación se realiza.

Es recomendable ajustar el color de la pasta residual al --- color de la nueva pasta con el fín de evitar merma por variación de tono, así como también es recomendable pintar las aguas de fabricación.

Otro ejemplo sería cuando se esta corriendo una fabricación digamos corriente en la cual se usa pulpa mecánica y desperdicio y vayamos a cambiar a un papel fino de escritura como es el caso de los papeles Bond. El cambio se realiza parando la máquina; esto es, conforme se va terminando la pasta. Cuando la pasta se ha terminado la máquina para. Se realiza la acostumbrada limpieza, mientras se hace la limpieza de la máquina la pasta nueva se esta preparando -- de tal forma que cuando se termina de hacer la limpieza de la máqui na ya se tenga pasta de la nueva fabrica ción bien preparada y lista -- para el arranque de la máquina.



H.-HIDRAPULPER VELEZ  
 T.B.-TANQUE DE FIBRA CORTA  
 T.F.L.- " " " LARGA  
 TM2.- " " MEZCLA  
 TM1.- " " MAGUINA  
 V.-VERTEDERO  
 R.C.-REGULADOR DE CONSISTENCIA  
 A.F.-AGUA FRESCA  
 R1 Y R2.- REFINADORES MORDEN  
 R3 Y R4.- " " JONES.

D).-DIAGRAMA DE FLUJO MAGUINA IV

#### D).- DIAGRAMA DE FLUJO MAQUINA IV.

Aparece en primer término el hidrapulper (H). La pasta contenida en el hidrapulper se descarga por gravedad ya sea al tanque de bagazo (T.B.) o bien al tanque de fibra larga (T.F.L.) dependiendo -- de lo que se ha cargado. Los dos tanques el (T.B.) y (T.F.L.) son -- del tipo adecuado; es decir, horizontales con muro central y agitador de hélice.

El tanque de mezcla (TM2) y el tanque de máquina (T.M4) -- son de tipo vertical con agitador de propela con deficiente mezclado y agitación.

Del tanque de bagazo por medio de una bomba para pasta el bagazo es extraído y bombeado a un vertedero (V) de donde por gravedad cae al tanque de mezcla (TM2). La fibra larga del tanque de fibra larga (T.F.L.) por medio de una bomba se manda a los refinadores que están dispuestos en serie descargando al vertedero (V) -- de donde por gravedad cae al TM2 en donde se combina con el bagazo para obtener la mezcla de fibras cortas y largas deseadas. A la pasta ya mezclada del tanque de mezcla (TM2) se le regula la consistencia con agua fresca por medio de una tubería que está conectada a la succión de la bomba de pasta, la bomba manda la pasta a la caja reguladora de consistencia (R.C.) en donde se encuentra un -- sensibilizador del aparato regulador de consistencia. Dicho sensi-

bilizador (hélice) por medio de una señal neumática manda a abrir o cerrar la válvula automática de la tubería de agua con el fin de regular la consistencia de la pasta a un valor de 3.0% .

En la caja (R.C.) la pasta se distribuye de acuerdo a las -- necesidades. La pasta del tanque de mezcla se bombea a la caja (R.C.) en donde se regula la consistencia. Una parte de la pasta -- por gravedad cae al tanque de máquina (TM1) y otra parte también -- por gravedad cae al tanque de mezcla (TM2).

Del tanque de máquina (TM1) la pasta a una consistencia de 3.0% se bombea al centro de la caja (R.C.) y ya en la caja una parte de la pasta va para la bomba de abanico de la máquina y el exceso de pasta regresa ya sea al tanque de mezcla (TM2) o bien al tanque de máquina (TM1) o a los dos simultáneamente.



III.- 8).- BALANCE DE MATERIAL.

El balance de material de cada uno de los sistemas de preparación de pasta de cada una de las máquinas fué elaborado bajo las siguientes bases :

Producción por máquina de papel terminado (Ton./Día).

Máquina	Mínimo	Promedio	Máximo
I	8	10	12
II	8	10	12
III	20	25	30
IV	8	10	12
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	44	55	66
	=====	=====	=====

Producción por máquina (ton./día) de pasta preparada.

Máquina	No. Cargas Día	Ton. Pulpa Carga	Ton. Caolín Carga	Tiempo Carga	Ton. Carga	T Pasta D Preparada
I	16	0.700	0.140	1 h. 30 min.	0.840	13.44
II	15	0.700	0.140	1 h. 36 min.	0.840	12.60
III	38	0.800	0.120	38 min.	0.920	34.96
IV	19	0.600	0.090	1 h. 16 min.	0.690	13.11

TOTAL: . . . . . 74.11

74.11 T./D. de pasta preparada se tomó como base de cálculo para la modificación por ser -- un valor máximo y para satisfacer un posible aumento en la producción.

Máq.	t/d Pulpa	%f.l.	t/d	% f.c.	t/d	%Merma	t/d	%Caolín	t/d	t/d	Pasta Preparada.
I	11.20	35	3.92	60	6.72	5	0.560	20	2.24		13.44
II	10.50	35	3.67	60	6.30	5	0.525	20	2.10		12.60
III	30.40	15	4.56	75	22.80	10	3.04	15	4.56		34.96
IV	11.40	60	6.84	30	3.42	10	1.14	15	1.71		13.11

TOTAL: . . . . . 74.11

Se consideró que toda el agua empleada para descargar los -- hidrapulpers así como para la dilución es agua fresca.

No se carga merma. El balance se elaboró sin tomar en cuenta la merma, en el lugar de ésta se carga pulpa de fibra corta.

Junto con la pulpa de fibra corta se agrega el caolín (carga) al hidrapulper, como ejemplo tomemos la máquina I:

6.72 T/D de pulpa de fibra corta.

0.56 T/D de pulpa de fibra corta en lugar de la merma.

2.24 T/D de caolín (carga).

---

9.52 T/D de pulpa de fibra corta más caolín.

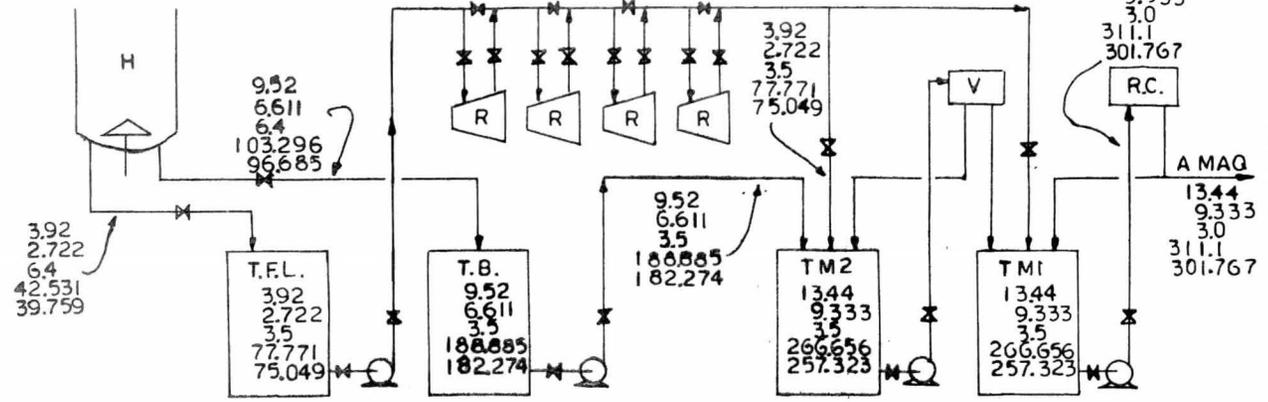
3.92 T/D de pulpa de fibra larga.

---

13.44 T/D de pasta preparada.

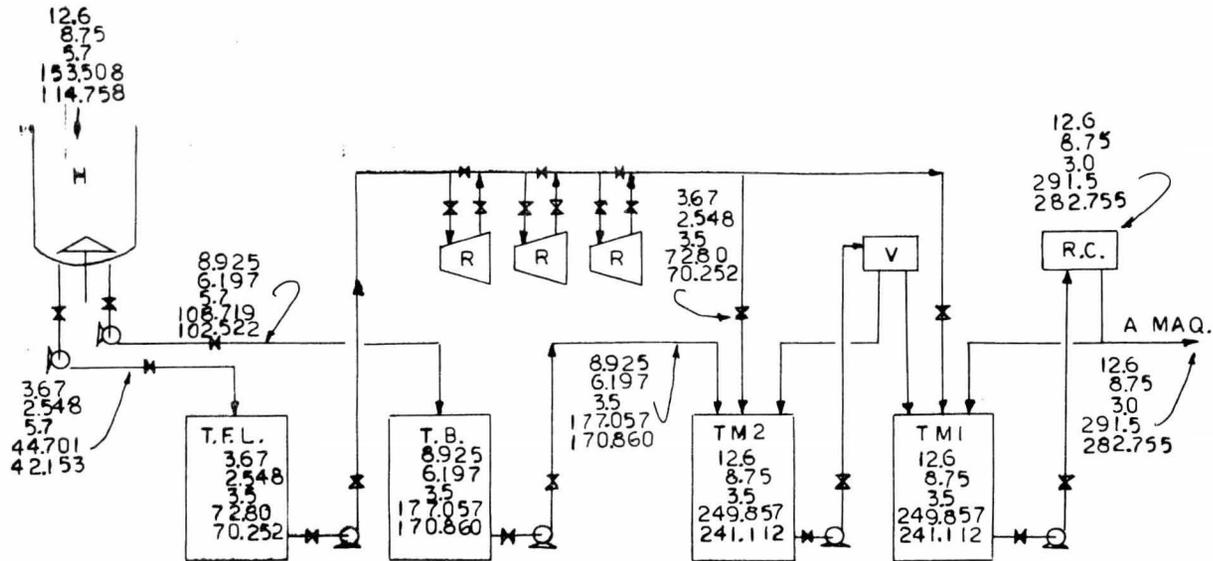
=====

P= 1344 T/D  
 W= 9.333 KPM  
 C= 6.4%  
 G=145.828 KPM  
 A=136.495 LPM



P=PRODUCCION T/D  
 W=PULPA SECA+CAOLIN KPM  
 C= CONSISTENCIA %  
 G=PULPA+CAOLIN+AGUA  $Q = \frac{W \times 100}{C}$  KPM  
 A=AGUA A=G-W LPM

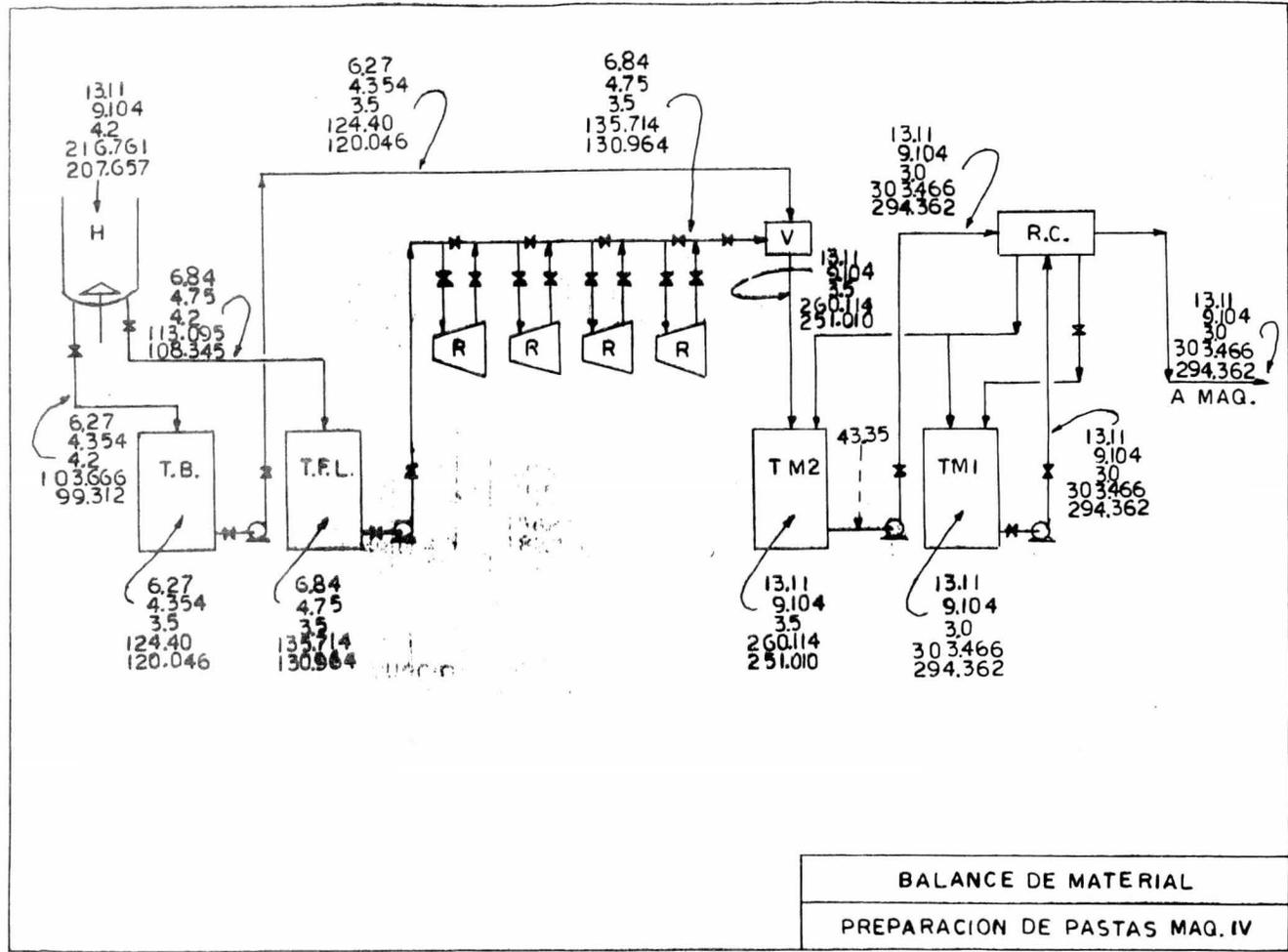
BALANCE DE MATERIAL
PREPARACION DE PASTAS MAQ.I



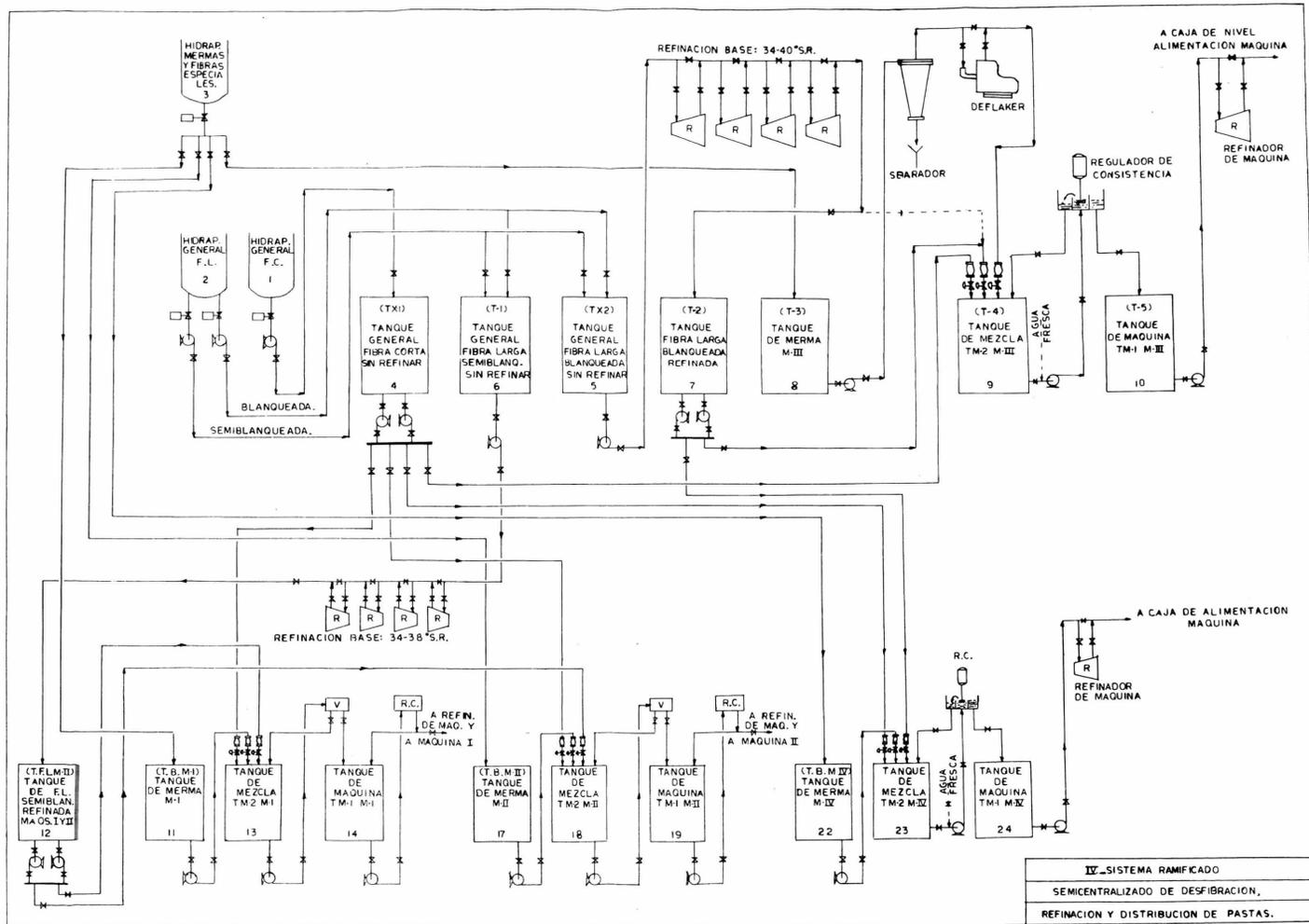
BALANCE DE MATERIAL

PREPARACION DE PASTAS MAQ. II

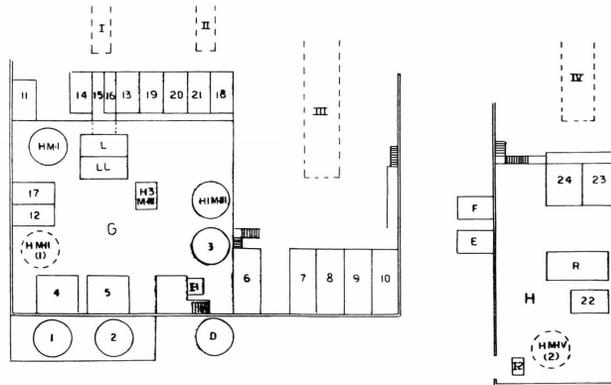
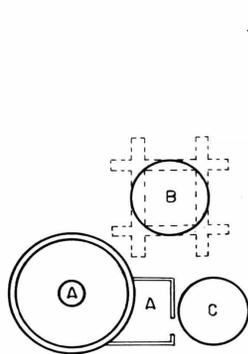




BALANCE DE MATERIAL  
 PREPARACION DE PASTAS MAQ. IV



**IV-SISTEMA RAMIFICADO**  
 SEMICENTRALIZADO DE DESLIGNACION,  
 REFINACION Y DISTRIBUCION DE PASTAS.



		VT - 050M3 1930
A-	INFILCO	
B-	TANQUE ELEVADO (AGUA FRESCA)	
C-	DE AGUA CLARIFICADA	
D-	RECOLECCION DE AGUAS (MAQS. I II III IV)	
E-	AGUA MAQ. II (ADAPTACION)	
F-	MAQ. IV	
G-	PREPARACION DE PASTAS MAQS. I II	
H-	MAQ. IV	
I, I2-	ELEVADORES	
L-	HIDRAPULPER GENERAL PARA BAGAZO (F.C.) HM-II	16.0
2-	FIBRA LARGA (FL) HM-IV	20.0
3-	MERMAS Y FIBRAS ESPECIALES H2M-III	8.0
4-	TANQ. GENER. DE F.C.	66.3
5-	TANQUE GENER. DE F.L. BLANQUEADA SIN REFINAR	66.3
6-	SEMBLANG.	43.0
7-	DE F.L. REFINADA	-
8-	MERMA MAQ. III	-
9-	TM2 M-III TANQUE DE MEZCLA MAQ. III	-
10-	M-III MAQUINA	-
11-	TB M-I MERMA	23.35
12-	FL M-II FIBRA LARGA SEMIBLANG. REFINADA MAQS. I-IV	35.6
13-	TM2 M-I MEZCLA MAQ. I	23.3
14-	TM1 M-I MAQUINA	23.3
15-	TA1 M-I AGUA BLANCA	69.2
16-	TA2 M-I	23.5
17-	TB M-II MERMA MAQ. II	35.6
18-	TM2 M-I MEZCLA	23.3
19-	TM1 M-I MAQUINA	-
20-	TA1 M-I AGUA BLANCA	29.9
21-	TA2 M-I	-
22-	TB M-IV MERMA MAQ. IV	38.2
23-	TM2 M-IV MEZCLA	37.7
24-	TM1 M-IV MAQUINA	-
I, II, III, IV-	MAQUINAS PRODUCTORAS DE PAPEL	

SISTEMA RAMIFICADO SEMICENTRALIZADO  
LOCALIZACION DE TANQUES E HIDRAPULPERS

IV.- 2).- BALANCE DE MATERIAL SISTEMA RAMIFICADO  
SEMI-CENTRALIZADO.

Base de Cálculo 74.1 TON/DÍA de pulpa preparada.

Máquina	Fibra Larga (T/D)	Fibra Corta + Caolín (T/D)	Mermas (T/D)
I	3.92	8.96	0.560
II	3.67	8.40	0.525
III	4.56	27.36	3.04
IV	6.84	5.13	1.14
	<u>18.99 T/D</u>	<u>49.85 T/D</u>	<u>5.265 T/D</u>

Hidrapulper Vélez máquina IV para Fibra Larga.

VT - 20 M3      C = 4.0 %

P = 18.99 T/D = Producción TON/DIA.

W = 791.25 KPH = Pulpa seca en kilogramos por hora.

C = 4.0 % = Consistencia en %

Q = 19781.25 KPH = Pulpa + agua en kilogramos por hora.

A = 18990 LPH = Agua en litros por hora.

25 cargas/día. { 1er. Turno 9 cargas.  
2o. Turno 8 cargas.  
3er. Turno 8 cargas.

Máquina I y II 10 cargas/día. { 1er. Turno 4 cargas.  
 2o. Turno 3 cargas.  
 3er. Turno 3 cargas.

Máquinas III y IV 15 cargas/día. { 1er. Turno 5 cargas.  
 2o. Turno 5 cargas.  
 3er. Turno 5 cargas.

Hidrapulper Vélez máquina II para Fibra corta + caolín.

VT = 16 M3      C = 4.5%

P = 49.85 T/D      = 16.616 TON/TURNO      = 16.616 TON/TURNO

W = 2077.08 KPH      = 692.33 KP 20 minutos      = 692.33 KP 20 minutos

C = 4.5 %      = 4.5 %      = 3.5 %

Q = 46155.55 KPH      = 15385.18 KP 20 Mnts.      = 19780.87 KP 20 Mnts.

A = 44078.55 LPH      = 14692.78 LP 20 Mnts.      = 19088.53 LP 20 Mnts.

72 cargas/día { 1er. Turno 24 cargas.  
 2o. Turno 24 cargas.  
 3er. Turno 24 cargas.

Hidrapulper Fibrella máquina III para mermas.

VT = 8.0 M3      C = 3.0 %

P = 5.265 T/D

W = 219.375 KPH

C = 3.0 %

Q = 7312.5 KPH.

A = 7093.125 LPH.

25 cargas/día  $\left\{ \begin{array}{l} \text{1er. Turno 9 cargas.} \\ \text{2o. Turno 9 cargas.} \\ \text{3er. Turno 7 cargas.} \end{array} \right.$

Máquina I.- 3 cargas/día es decir; 1 carga/Turno.

Máquina II.- 3 cargas/día es decir; 1 carga/Turno.

Máquina III.- 14 cargas/día es decir; 5 cargas/1er. Turno, 5 cargas/2o. turno y 4 cargas/3er. turno.

Máquina IV.- 5 cargas/día es decir; 2 cargas/1er. Turno, 2 cargas/2o. turno y 1 carga/3er. turno.

#### NOMENCLATURA.

VT = Volúmen total en m<sup>3</sup>.

θR = Tiempo de retención en Horas.

P = Producción en Ton/día.

W = Pulpa seca en KPH (Kilogramos por hora)

C = Consistencia en %

Q = Pulpa + agua en KPH

A = Agua en LPH (Litros por hora)

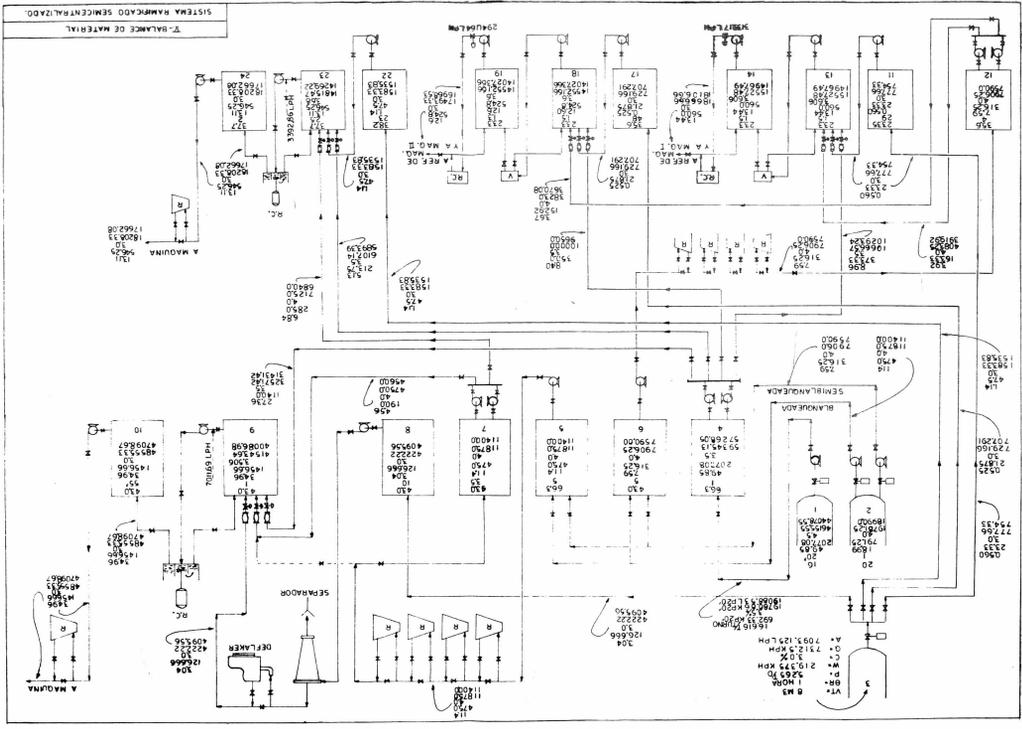
#### FORMULAS:

$$1.- C = \frac{W \times 100}{Q} = \%$$

$$2.- \quad Q = \frac{W \times 100}{C} \quad \text{KPH.}$$

$$3.- \quad A = Q - W = \text{LPH.}$$

SISTEMA RAMFICADO SEMICENTRALIZADO  
T. RAMFICADO DE MATERIAL



DESCRIPCION	EQUIPO Y MATERIAL	MANO DE OBRA	SUBCONTRATOS	TOTAL
I.- Equipo	458,263.00			458,263.00
II.- Obra mecánica	14,932.00	50,682.00	61,545.00	127,159.00
III.- Tuberías	318,010.00	57,866.00		375,876.00
IV.- Obra Civil	117,788.00	84,214.00	35,000.00	237,002.00
V.- Obra Eléctrica	119,522.00	21,999.00		141,521.00
VI.- Instrumentación	155,573.00	10,000.00	10,000.00	175,573.00
	<u>1,184,088.00</u>	<u>224,761.00</u>	<u>106,545.00</u>	<u>1,551,394.00</u>

DE PREPARACION DE PASTAS.  
 PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA RAMIFICADO SEMICENTRALIZADO

TOTAL PREPARACION DE PASTAS: \$ 5,048,708.00

1.- Sistema Ramificado Semi-Centralizado	1,818,083.00			
1.- 2.- Preparación de pastas máquina III	1,347,192.00			
1.- 3.- Preparación de pastas máquina IV	1,678,919.00			
1.- 4.- Preparación de pastas máquina I y II	204,514.00			
	<u>5,048,708.00</u>			

3.- ESTIMACION PARA LOS TRABAJOS A REALIZAR EN LA MODIFICACION  
 DEL SISTEMA DE PREPARACION DE PASTAS.

El costo de Ingeniería será:

1,600 Hrs/hombre a \$ 87.00 Hr/hombre \$ 139,200.00

Total Sistema Ramificado Semi-Centralizado = 1551394 + 139200

\$ 1,690,594.00  
=====

Este presupuesto fué elaborado sobre la base de que todo el equipo existente esta en condiciones operables .

No se incluye: indirectos, acondicionamiento de pisos existentes, demolición de bases de equipos existentes, . . . . etc .

ALCANCE DEL PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA RAMIFICADO SEMI-CENTRALIZADO DE PREPARACION DE PASTAS.

I.- EQUIPO.

1.- Relocalización del hidrapulper Vélez de máquina IV para pulpas de madera de fibra larga (2 del diagrama de flujo).

2.- Relocalización del hidrapulper Vélez de máquina II para pulpa de bagazo de fibra corta (1 del diagrama).

3.- Instalación de tres bombas para vaciado de hidrapulper . Dos bombas para el vaciado del hidrapulper de fibra larga y una bomba para el vaciado del hidrapulper de fibra corta .

4.- Una bomba de drenaje de la fosa .

5.- Una plataforma de volteo para tarimas de bagazo. (fibra - corta).

6.- Una tolva de volteo para pacas de fibra larga .

7.- Accionamiento y motor para el agitador del tanque general de fibra corta (4 del diagrama).

8.- Acondicionamiento tanque general de fibra corta (4).

9.- Dos bombas del tanque general de fibra corta a las --  
máquinas productoras de papel.

10.- Una bomba del tanque general de fibra larga semi-blan  
queada sin refinar (6) a refinadores y a tanque de fibra larga semi-  
blanqueada refinada para máquina I y II (12).

## II.- OBRA MECANICA.

1.- Desmantelamientos.

2.- Relocalizar hidrapulpers.

3.- Acondicionamiento agitador tanque general de fibra larga  
blanqueada sin refinar (5).

4.- Caja de transmisor de nivel.

5.- Protecciones.

6.- Barandales y escaleras.

7.- Instalación de bombas.

## III.- TUBERIAS.

1.- Cabezal de alimentación de agua a los hidrapulpers de ---  
fibra larga y de fibra corta.

2.- Línea de alimentación de agua fresca.

3.- Cabezal de distribución del hidrapulper de mermas y fibras

especiales (3) a los tanques de merma de cada una de las máquinas (11, 17, 8 y 22 respectivamente).

4.- Tubería de hidrapulper general de fibra corta (1) al tanque general de fibra corta (4).

5.- Tubería de hidrapulper general de fibra larga (2) al tanque general de fibra larga blanqueada sin refinar (5) y al tanque general de fibra larga semi-blanqueada sin refinar (6).

6.- Cabezal de distribución de fibra corta a los tanques de mezcla de todas las máquinas (13, 18, 9 y 23 respectivamente).

7.- Tubería del tanque general de fibra larga semi-blanqueada sin refinar a refinadores y al tanque de fibra larga semi-blanqueada refinada máquinas I y II (12).

8.- Cabezal de distribución del tanque de fibra larga semi-blanqueada refinada (12) a los tanques de mezcla de máquinas I y II (13 y 18 respectivamente).

9.- Cabezal de distribución del tanque de fibra larga blanqueada refinada (7) a los tanques de mezcla de máquinas III y IV (9 y 23 respectivamente).

10.- Tubería del tanque de merma máquina III (8) a separador, deflaker y tanque de mezcla (9).

11.- Tubería necesaria para la instalación del "refinador de máquina" para máquinas I, II, III y IV.

12.- Tubería de vapor a los hidrapulper (1, 2 y 3).

13.- Soportes para tuberías .

14.- Pintura a tuberías y soportes .

#### IV.- OBRA CIVIL .

1.- Demolición de edificio y fosa existentes en el área de preparación de pastas .

2.- Fosas y bases para hidrapulpers .

3.- Techumbre en lámina de asbesto .

4.- Reposición muro de tabique .

5.- Estructura del techumbre .

6.- Pintura para el equipo y la estructura .

7.- Cimentación para volteadores .

8.- Cimentación para equipos de bombeo .

#### V.- OBRA ELECTRICA .

1.- Desconectar y reconectar motores de los hidrapulpers .

2.- Conectar motor de 15 H.P. para el agitador del tanque - **general de fibra corta .**

3.- Conectar los motores de las dos bombas de descarga del hidrapulper general de fibra larga (50 H.P.) .

4.- Conectar motor de la bomba de descarga del hidrapulper - **general de fibra corta (25 H.P.) .**

- 5.- Conexión del motor de la bomba de drenaje de la fosa .
- 6.- Predeterminador electrónico para el sistema de predeterminación de consistencia en hidrapulpers .
- 7.- Tuberías, condvit, charolas y ductos .
- 8.- Conductores de alimentación, sistema de tierras y alumbrado .
- 9.- Alumbrado del área de preparación de pastas (sistema -ramificado).
- 10.- Equipo eléctrico en tablero .
- 11.- Equipo eléctrico en campo y en C.C.M.
- 12.- Pintura a tuberías y soportes .
- 13.- Conexión de dos motores de 5 H.P. para tolvas de vaciado a hidrapulpers .
- 14.- Centro de control de motores .
- 15.- Conectar los motores de dos bombas de 30 H.P. tanque general de fibra corta .
- 16.- Conectar el motor de la bomba (30 H.P.) del tanque --- general de fibra larga semi-blanqueada .

## VI.- INSTRUMENTACION.

- 1.- Sistema de predeterminación de consistencias para los hidrapulpers de fibra corta, fibra larga y mermas .
- 2.- Válvulas automáticas para descarga de hidrapulpers .

- 3.- Transmisor de nivel para el tanque general de fibra -  
corta .
- 4.- Indicador de nivel para los tanques de almacenamiento  
de fibra corta y de fibras largas sin refinar .
- 5.- Consola de control para el sistema ramificado .
- 6.- Instalación de lo anterior y materiales .
- 7.- Tuberías de suministro del aire, ductos de señal, cabe-  
zales en tablero y soportes .
- 8.- Pintura a soportería, tablero y barnizado a tuberías de  
cobre de señal .

En el diagrama se indican medidores magnéticos de flujo para el control de adición de cada materia prima fibrosa así como de los demás ingredientes (resina, sulfato, colorantes, etc.) al tanque de mezcla.

A continuación y para dar una idea del costo que tendría la instalación de un sistema de éste tipo, se elaboró un presupuesto aproximado para el control de un ingrediente (materia prima fibrosa).

Un medidor transmisor Fisher and Poiter modelo 505 F2532-11 de 2"	32,300.00
Un registrador Fóxboro 6410 HF-O-PI	10,930.00
Un controlador Fóxboro 62H 4E-O-PI	14,800.00
Un posicionador Fóxboro 69 TA	5,100.00
Una válvula de control de Zurik V-Port 2"	10,100.00
Un contador Sodeco	700.00
Parte prop. repisa con cables e instalación	3,350.00
Parte prop. control maestro 62H-4-E0	5,000.00
Parte prop. control de nivel (transmisor) E-13-DM	4,000.00
Parte prop. alarmas	1,600.00
Material	4,000.00
Mano de obra	5,500.00
	<hr/>
T O T A L . . . . .	\$ 97,380.00
	=====

Lo anterior nos dice que para automatizar de ésta forma el control de adición nos costaría aproximadamente \$ 300,000.00 M.N. por cada máquina .

Existe la posibilidad de utilizar un solo medidor magnético de flujo común para los tres ingredientes, el cual funcionaria prede-terminando las cantidades de cada ingrediente y llenando el tanque -- de mezcla por cargas. Este sistema posee una precisión muy aceptable y reduce considerablemente el costo original de la instalación.

PRESUPUESTO PARA LAS MODIFICACIONES AL SISTEMA DE PREPARACION  
DE PASTAS PARA MAQUINA IV

<u>DESCRIPCION</u>	<u>EQUIPO Y MATERIAL</u>	<u>MANO DE OBRA</u>	<u>SUBCONTRATOS</u>	<u>TOTAL</u>
Compra de equipo	269,299.00		25,405.00	297,704.00
Obra mecánica	14,563.00	40,095.00	6,000.00	60,658.00
Tuberías	380,148.00	85,509.00		463,657.00
Obra Civil			42,342.00	42,342.00
Obra Eléctrica	90,292.00	25,103.00		115,398.00
Instrumentación	306,250.00	22,000.00		328,250.00
	<u>1,060,555.00</u>	<u>172,707.00</u>	<u>73,747.00</u>	<u>1,307,009.00</u>
	=====	=====	=====	=====

El costo estimado de ingeniería será:

2,655 H/H a \$ 90.00 H/H = \$ 218,950.00

Este presupuesto se elaboró en base a que todo el equipo existente esta en condiciones de operación.

Exclusiones:

No estan consideradas las demoliciones de bases de equipos existentes que se vayan a relocalizar, acondicionamiento de pisos, - desmantelamiento de equipos, gastos indirectos y administrativos .

ALCANCE PARA EL PRESUPUESTO DE LAS MODIFICA--  
CIONES DEL SISTEMA DE PREPARACION DE PASTAS PA-  
RA MAQUINA IV.

I.- EQUIPO.

- 1.- Bomba del tanque de agua a conos .
- 2.- Caja para regulador de consistencia .
- 3.- Seis cajas para transmisor de nivel .
- 4.- Regulador de consistencia tipo TINA .
- 5.- Agitador para el tanque de mezcla .
- 6.- Agitador para el tanque de máquina .

II.- OBRA MECANICA .

- 1.- Instalación de la bomba del tanque de agua a los conos .
- 2.- Relocalización bomba de agua a regaderas de alta pre-  
sión .
- 3.- Relocalización bomba de agua a regaderas de baja pre-  
sión .
- 4.- Instalación de la caja para el regulador de consistencia .

- 5.- Relocalización del regulador de consistencia .
- 6.- Instalación agitador para tanque de mezcla .
- 7.- Instalación agitador para tanque de máquina .
- 8.- Guardas para los dos agitadores .
- 9.- Pintura a protección y equipo .
- 10.- Registro para tanque de agua .

### III.- TUBERIAS.

- 1.- Del recuperador al tanque de agua recuperada .
- 2.- Modificación de tuberías de agua a regaderas .
- 3.- Derrame tanques de agua .
- 4.- Soportes e instalación .
- 5.- Pintura a soportes y tuberías de acero al carbón .
- 6.- Modificación de tubería de agua de sellos .

### IV.- OBRA CIVIL.

- 1.- Acondicionamiento tanque de agua recuperada .
- 2.- Drenaje tanque de agua recuperada .
- 3.- Bases para bombas .
- 4.- Instalación 6 cajas para transmisor de nivel .
- 5.- Modificación en tanques por colocación de agitadores (dos) .

### V.- OBRA ELECTRICA.

- 1.- Instalación eléctrica del motor de la bomba del tanque de  
de agua a los conos .

2.- Instalación eléctrica de los dos motores de las dos bombas de agua de conos a regaderas .

3.- Reconexión de los motores de los agitadores de los tanques de mezcla y de máquina .

4.- Instalación del motor del regulador de consistencia (nuevo) .

5.- Instalación eléctrica para el sistema de predeterminación de ingredientes .

#### VI.- INSTRUMENTACION.

1.- Transmisor e indicador de nivel para:

a).- Tanque de agua recuperada .

b).- Tanque de merma .

c).- Tanque de mezcla .

d).- Tanque de máquina .

2.- Control local automático de nivel en tanque de agua recuperada .

3.- Sistema de predeterminación de ingredientes a tanque de mezcla incluyendo el medidor magnético de flujo, válvulas de bloqueo e instrumentos electrónicos .

4.- Instalación del transmisor de consistencia y reemplazo de válvula de dilución .

PRESUPUESTO PARA LAS MODIFICACIONES AL SISTEMA DE PREPARACION  
DE PASTAS MAQUINA III.

<u>DESCRIPCION</u>	<u>EQUIPO Y MATERIAL</u>	<u>MANO DE OBRA</u>	<u>SUBCONTRATOS</u>	<u>TOTAL</u>
Compra de equipo	183,042.00		50,232.00	233,274.00
Obra mecánica	10,576.00	13,255.00	6,000.00	29,831.00
Tuberías	335,242.00	82,585.00	33,000.00	450,830.00
Obra Civil			22,200.00	22,200.00
Obra Eléctrica	66,342.00	13,346.00		79,668.00
Instrumentación	211,530.00		22,000.00	233,330.00
	<u>806,735.00</u>	<u>109,186.00</u>	<u>133,432.00</u>	<u>1,049,153.00</u>
	=====	=====	=====	=====

El costo total de ingeniería será:

1.955 H/H a \$ 87.00 H/H = \$ 170,085.00.

Este presupuesto fué elaborado en base a que todo el equipo existente esta en condiciones de operación.

Exclusiones:

No estan considerados: demoliciones de bases de equipos existentes que se relocalizan, acondicionamiento de pisos, desmantelamiento de equipos, gastos indirectos y administrativos.

ALCANCE DEL PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA DE PREPARACION DE PASTAS PARA MAQUINA III.

I.- EQUIPO.

- 1.- Tanque de recolección de agua blanca para máquina III.
- 2.- Bomba de alimentación de agua a hidrapulpers.
- 3.- Bomba de alimentación de agua a regaderas.
- 4.- Relocalización bomba de regaderas de alta presión.
- 5.- Deflaker para merma y separador centrífugo.
- 6.- Reacondicionamiento de equipos de bombeo.
- 7.- Caja de nivel.
- 8.- Tolva de descarga de ingredientes a tanque de mezcla.
- 9.- Bomba del tanque de mezcla al tanque de máquina.

II.- OBRA MECANICA.

- 1.- Instalación de una bomba de alimentación de agua a hidrapulpers.
- 2.- Instalación bomba de agua a regaderas.

- 3.- Relocalizar bomba de agua de alta presión a regaderas.
- 4.- Instalación del Deflaker y separador para merma.
- 5.- Relocalización de un refinador como refinador de máquina.
- 6.- Reacondicionamiento de equipo de bombeo.
- 7.- Instalación de bomba del tanque de mezcla.
- 8.- Relocalización del regulador de consistencia.
- 9.- Pintura a equipo y estructura.
- 10.- Instalación Tolva del tanque de mezcla.

### III.- TUBERIAS.

- 1.- Modificación de la línea del tanque de fibra larga refinada -  
al tanque de mezcla.
- 2.- Tubería del tanque de merma al tanque de mezcla.
- 3.- Tubería del tanque de mezcla al tanque de máquina.
- 4.- Modificación de la tubería del tanque de máquina al refinador  
de máquina y a la máquina.
- 5.- Modificación de la tubería de agua de dilución.
- 6.- Tubería de agua de sellos a equipo nuevo.
- 7.- Cabezal para alimentación de ingredientes a tanque de mez-  
cla.
- 8.- Soportes de tuberías.
- 9.- Pintura a soportes y tuberías de acero al carbón.

#### IV.- OBRA CIVIL.

1.- Cimentación para el tanque de recolección de agua blanca máquina III.

2.- Base para deflaker de merma.

3.- Base para refinador de máquina.

4.- Base para bomba del tanque de mezcla al tanque de máquina.

5.- Resanes en soportes de tuberías.

#### V.- OBRA ELECTRICA.

1.- Instalación del motor del deflaker (50 H.P. aproximadamente).

2.- Desconectar y reconectar el refinador de máquina.

3.- Instalación eléctrica del motor de la bomba del tanque de --- mezcla al tanque de máquina.

4.- Charolas, tuberías y soportes.

5.- Conexión válvulas solenoides.

#### VI.- INSTRUMENTACION.

1.- Seis indicadores de nivel para los tanques de: merma, fibras largas sin refinar, fibra larga refinada, tanque de mezcla y tanque de -- máquina.

2.- Siete transmisores de nivel tipo celda, su instalación y su - conexión.

3.- Un sistema de adición de ingredientes al tanque de mezcla -

con medidor magnético de flujo y predeterminador electrónico.

4.- Registrador de nivel con dos plumas para tanques de mezcla y de máquina .

5.- Válvula de control de dilución.

6.- Reconexión del regulador de consistencia.

7.- Estructura y ductos de señal.

8.- Consola de control para predeterminador y controles.

9.- Válvula solenoide para descarga del hidrapulper de merma .

10.- Válvula de cuchilla con actuador neumático para descarga del hidrapulper de merma .

11.- Pintura .

El presupuesto para las modificaciones a los sistemas de preparación de pastas de las máquinas I y II se estima que es de \$ 100,000.00 para cada sistema puesto que en realidad es poco el trabajo a desarrollar en cada uno de esos dos sistemas .

V.- EVALUACION DE LA INVERSION

COSTO ACTUAL DE MANO DE OBRA (\$)

MAQUINAS	I	II	III	IV
Encargado de refinación	125	110	140	125
Encargado de hidrapulper	108	108	116	108
Ayudante de hidrapulper	100	100	107	100
Elemento Extra			80	
	<u>333</u>	<u>318</u>	<u>443</u>	<u>333</u>
	=====	=====	=====	=====

Costo/Turno = 1427 \$/Turno.

Costo/Año = 1427 X 3 = 4281 X 30 = 128430 X 12 =

1,541,160 \$/Año.  
=====

Uno de los principales problemas en esta empresa es el 'ausentismo'

por lo anterior considero que se paga el 20% aproximadamente de tiempo --  
extra al año por lo tanto se tiene:

costo/año	=	1,541,160	\$/año
+ tiempo extra	=	<u>308,232</u>	\$/año
Total	=	1,849,392	\$/año.
		=====	

COSTO FINAL DE MANO DE OBRA (SISTEMA RAMIFICADO) (\$).

Un encargado de hidrapulper	116	116
Tres ayudantes de hidrapulper	3(80)	240
Dos encargados de refinación	2(140)	280
Un encargado de preparar ingredientes	80	80
Un ayudante de preparar ingredientes	70	70
	TOTAL . . . . .	<u>786 \$/turno.</u> =====

Costo/Turno = 786 \$/Turno.

Costo/Año = 786 X 3 = 2358 X 30 = 70740 X 12 =  
848.880 \$/Año.

Costo sistema actual	1,849,392.00	\$/año.
Costo sistema ramificado	<u>848,880.00</u>	\$/año.
	1,000,512.00	\$/año.
	=====	

POTENCIA DE MOTORES INSTALADOS EN EL SISTEMA ACTUAL

	Máquina I	Máquina II	Máquina III	Máquina IV
EQUIPO	HP	HP	HP	HP
Motor de hidrapulper Vélez	52	75	75	75
Motor de hidrapulper Fibrella			90	
Motor de hidrapulper Solvo			125	
Motor de bomba hidrapulper a T.F.L.		15	15	
Motor agitador T.R.A.			4	
Motor bomba T.R.A.			5	
Motor refinador # 1 algodón			75	
Motor refinado # 2 algodón			75	
Motor bomba de hidrapulper a T.B.		7.5		
Motor agitador T.F.L.	4	5	10 T-1 15 T-2	10
Motor agitador T.B.	4	3	10 T-3	10
Motor bomba T.F.L. a refinadores	10	15	20 T-1 15 T-2	30
Motor bomba T.B. a tanque de mezcla	10	10		25
Motor refinador # 1	JONES 75	JONES 75	CLAFIN 150	MORDEN 150
Motor refinador # 2	JONES 65	JONES 75	CLAFIN 150	MORDEN 150
Motor refinador # 3	JONES 75	JONES 75	MIAMI 150	JONES 65
Motor refinador # 4	JONES 75	JONES 75	EMERSON 200	JONES 75
Motor agitador tanque de mezcla	10	4	7-5 T-4	5
Motor agitador tanque de máquina	3	4	10 T-5	5
Motor bomba tanque de mezcla	10	5	20 T-3	10
Motor bomba tanque de máquina	10	5	10	7.5
TOTAL :	403	448.5	1,231.5	617.5
TOTAL SISTEMA ACTUAL	2,700.5 HP.			

POTENCIA DE MOTORES PARA EL SISTEMA RAMIFICADO SEMI-CENTRALIZADO

E Q U I P O	POTENCIA (H.P.)
Motor hidrapulper mermas y fibras especiales	90
Motor hidrapulper general de fibra larga	75
Motor hidrapulper general de fibra corta	75
Motor bomba # 1 de hidrapulper general de fibra larga	50
Motor bomba # 2 de hidrapulper de fibra larga	50
Motor bomba de hidrapulper general de fibra corta	25
Motor agitador tanque general de fibra corta	15
Motor bomba # 1 tanque general de fibra corta	30
Motor bomba # 2 tanque general de fibra corta	30
Motor agitador tanque general de fibra larga semi-blanqueada	15
Motor bomba tanque general de fibra larga semi-blanqueada	30
Motor agitador tanque general de fibra larga blanqueada	15
Motor agitador tanque general de fibra larga blanqueada	30
Motor agitador tanque fibra larga blanqueada refinada	15
Motor bomba # 1 tanque fibra larga blanqueada refinada	15
Motor bomba # 2 tanque fibra larga blanqueada refinada	30
Motor agitador tanque de merma M-III	10
Motor bomba tanque de merma M-III	20
Motor Deflaker	50
Motor agitador de mezcla TM-2 M-III	7.5
Motor bomba tanque de mezcla TM-2 M-III	10
Motor agitador tanque de máquina TM-1 M-III	10
Motor bomba tanque de máquina TM-1 M-III	10
Motor refinador de máquina M-III (JONES)	75

Motor refinador # 1 Máquinas III y IV (CLAFIN)	150
Motor refinador # 2 Máquinas III y IV (CLAFIN)	150
Motor refinador # 3 Máquinas III y IV (MIAMI)	150
Motor refinador # 4 Máquinas III y IV (EMERSON)	200
Motor refinador # 1 Máquinas I y II (JONES)	75
Motor refinador # 2 Máquinas I y II (JONES)	75
Motor refinador # 3 Máquinas I y II (JONES)	65
Motor refinador # 4 Máquinas I y II (JONES)	65
Motor agitador tanque de F.L. semi-blanqueada refinada M-I y II	5
Motor bomba # 1 tanque de F.L. semi-blanqueada refinada M-I y II	15
Motor bomba # 2 tanque de F.L. semi-blanqueada refinada M-I y II	15
Motor agitador tanque de merma M-I	4
Motor bomba tanque de merma M-I	10
Motor agitador tanque de mezcla TM-2 M-I	10
Motor bomba tanque de mezcla TM-2 M-I	10
Motor agitador tanque de máquina TM-1 M-I	3
Motor bomba tanque de máquina TM-1 M-I	10
Motor refinador de máquina M-I (JONES)	75
Motor agitador tanque de merma M-II	3
Motor bomba tanque de merma M-II	10
Motor agitador tanque de mezcla TM-2 M-II	4
Motor bomba tanque de mezcla TM-2 M-II	5
Motor agitador tanque de máquina TM-1 M-II	4
Motor bomba tanque de máquina TM-1 M-II	5
Motor refinador de máquina (JONES)	75
Motor agitador tanque de merma M-IV	10

Motor bomba tanque de merma M-IV	25
Motor agitador tanque de mezcla TM-2 M-IV	5
Motor bomba tanque de mezcla TM-2 M-IV	10
Motor agitador tanque de máquina TM-1 M-IV	5
Motor bomba tanque de máquina TM-1 M-IV	7.5
Motor refinador de máquina M-IV (JONES)	75
TOTAL SISTEMA RAMIFICADO SEMI-CENTRALIZADO	2.113.0

2.700.5 H.P. instalados Sistema actual

2.113.0 H.P. instalados Sistema Ramificado

---

587.5 H.P. menos con nuevo sistema .  
 =====

## SISTEMA ACTUAL

Si tomamos como base 66 T/D de papel producido nos encontramos con lo siguiente:

CLASE DE PAPEL	PRODUCCION T/D.	%
Papel de 1a.	49.5	75
Papel de 2a.	6.6	10
Mermas	9.9	15
TOTAL	66.0 T/D	100 %

## SISTEMA RAMIFICADO SEMI-CENTRALIZADO.

No tomando en cuenta el posible aumento en la producción con -- éste nuevo sistema, estimo que se podrían lograr los siguientes resultados:

CLASE DE PAPEL	PRODUCCION T/D	%
Papel de 1a.	59.4	90
Papel de 2a.	3.3	5
Mermas	3.3	5
TOTAL	66.0 T/D	100 %

Como se puede apreciar en las dos tablas comparativas entre los dos sistemas, no se aumenta la producción (lo cual pudiera ser ya que se piensa en hacer mejoras a las máquinas) pero sí se mejora la calidad.

EVALUACION DE LA INVERSION

1).- AHORRO POR MANO DE OBRA (\$/Año).

Costo sistema actual	1,849,392.00
Costo sistema ramificado	<u>848,880.00</u>
	1,000,512.00
	=====

AHORRO POR MANO DE OBRA = 1,000,512.00 \$/Año.

2).- AHORRO POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA.

Sistema actual	2,700.5 H.P. Instalados.
Sistema ramificado	<u>2,113.0 H.P. Instalados.</u>
	587.5 H.P.
	=====

a).- 587.5 H.P. Inst. X 0.8 factor de uso = 470 H.P. Consumidos.

$$470 \text{ H.P.} \times 0.745 \frac{\text{K.W.}}{\text{H.P.}} \times \frac{24 \text{ H}}{\text{Día}} \times 0.2 \frac{\$}{\text{K.W.H.}} = 1680.7 \frac{\$}{\text{D}}$$

$$1680.7 \frac{\$}{\text{D}} \times 350 \frac{\text{D}}{\text{Año}} = 588,245 \frac{\$}{\text{Año.}}$$

AHORRO POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA =

$$588,245 \frac{\$}{\text{Año.}}$$

=====

b).- 587.5 H.P. X 0.6 factor de uso = 352.5 H.P. Consumidos.

$$352.5 \times 0.745 \times 24 \times 0.2 = 1252.5 \times 350 = 437875 \text{ \$/año.}$$

AHORRO POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA =

$$437,875 \text{ \$/año.}$$

=====

3).- UTILIDADES GENERADAS AL MEJORAR LA CALIDAD.

Los precios por Kg. de papel se tomaron como:

- a).- 15.00 \$/Kg. papel de primera clase.
- b).- 13.00 \$/Kg. papel de segunda clase.
- c).- 10.00 \$/Kg. merma.

SISTEMA ACTUAL

CLASE DE PAPEL	PROD. KG/D.	%	\$/KG.	\$/D.
Papel de primera	49,500	75	15	742,500
Papel de segunda	6,600	10	13	85,800
Mermas	9,900	15	10	99,000
TOTAL:	66,000	100		927,300 =

SISTEMA RAMIFICADO

CLASE DE PAPEL	PROD. KG/D.	%	\$/KG.	\$/D.
Papel de primera	59,400	90	15	891,000
Papel de segunda	3,300	5	13	42,900
Mermas	3,300	5	10	33,000
TOTAL:	66,000	100		966,900

SISTEMA RAMIFICADO	966,900 \$/D
SISTEMA ACTUAL	927,300 \$/D
UTILIDADES	<u>39,600 \$/D.</u>

$$39,600 \frac{\$}{D} = X 350 \frac{D}{\text{Año}} = 13,860,000 \text{ \$/Año.}$$

50% de utilidad = 6,930,000 \\$/Año.

30% de utilidad = 4,158,000 \\$/Año.

RESUMIENDO:

1).- Ahorro por Mano de Obra	1,000,512 \\$/Año.
2).- Ahorro por consumo de Energía -- Eléctrica	437,875 \\$/Año.
3).- Utilidades logradas al mejorar --- Calidad.	<u>4,158,000 \\$/Año.</u>
TOTAL:	<u>5,596,387 \\$/Año.</u> =====

Por lo anterior se deduce que el tiempo de recuperación de la inversión es de Un Año.

VI.- BIBLIOGRAFIA.

a).- Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel.

C. Earl Libby

Tomos: I.- PULPA

II.- PAPEL.

1a. Edición en Español.

Compañía Editorial Continental, S. A.

b).- Fabricación de papel.

Dr. Otto Wurz.

3a. Edición.

Editorial Reverte, S. A.

