

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

**REDISEÑO DE UNA MAQUINA DE PAPEL  
YA INSTALADA PARA AUMENTAR SU CAPACIDAD**

57

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

**CARLOS CARBAJAL DIAZ DEL CAMPO**

**México, D. F.:**

**1974**



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.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE	ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
VOCAL	MARIO GUEVARA VERA
SECRETARIO	PABLO ALDRETT CRUZ
1er SUPLENTE	CARLOS DOORMAN MONTERO
2o. SUPLENTE	CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO

Sitio donde se desarrolló el tema:

LAMINAS ACANALADAS INFINITA, S. A.

Nombre completo y firma del sustentante:

CARLOS CARBAJAL DIAZ DEL CAMPO



Nombre completo y firma del asesor del tema:

ING. PABLO ALDRETT CRUZ



A MIS PADRES

Con inmenso amor por deberles  
la vida y su orientación en  
el curso de ella.

A MIS HERMANOS

por el gran cariño que nos une

A MIS ABUELITAS

Por su amor y ternura

A MIS TIOS

Por su comprensión y cariño

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por su amistad

A MI NOVIA

con cariño

# I N D I C E

	Introducción
CAPITULO I	Transmisión de la Máquina continua
DESCRIPCION DEL	Hidrapulper
SISTEMA ACTUAL	Tanque de Almacenamiento
	Refinadores
	Tanque de Máquina
	Caja de Nivel
	Caja de Distribución.
CAPITULO II	Datos
BALANCE DE MATERIALES	Nomenclatura
	Cálculos
	Tabla de Valores
	Balance de Cenizas
	Encolado y Datos del Papel

**CAPITULO III**

**SECCION DE PRENSAS**

**SECADORES Y ACABADO**

**Sección de Prensas**

**Sección de Secadores**

**Prensa de Encolado**

**Calandrias.**

**CAPITULO IV**

**REDISEÑO TEORICO DEL SISTEMA**

**Bibliografía**



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

La industria del papel y celulosa es una de las industrias más antiguas establecidas en el país. En sus inicios tuvo un lento desarrollo, debido a que el consumo del papel no estaba muy generalizado, ya que se tenía que importar la mayoría de sus insumos.

Día con día, podemos apreciar el desarrollo de las necesidades industriales de nuestro país, impulsando una producción mayor, ya que se observa en diferentes estadísticas - que en el año de 1580, la producción era de 15 toneladas anuales y posteriormente en censos más avanzados se puede ver que en el año de 1961, se tuvo una producción de 389,192 toneladas y en 1968 ascendió a 738,050 toneladas, lo cual significa que se tuvo un incremento del 89.63 %.

En el año de 1973, existen en México, 62 plantas que producen un total de 483,000 toneladas métricas de celulosa (en más de 10 variedades) y 981,000 toneladas de papel en cerca de 40 tipos que representan el 86 % para la celulosa, pese a grandes problemas en el abastecimiento de recursos maderables, y del 108 % para el papel.

Dado el crecimiento del mercado del papel que está en relación directa con dos factores: El aumento del consumo - por cápita y el crecimiento demográfico, la industria prevee que en los próximos 10 años, México consumirá un poco más del doble de la cifra actual.

Se predice que para 1980, la producción de papel - será de 2.2 millones de toneladas. Esto obligará a la industria a realizar cuantiosas inversiones principalmente en maquinaria y en silvicultura por más de 5,000 millones durante el período comentado.

El objeto de esta tesis, es modificar una máquina --- para aumentar la capacidad de producción, disminuir los costos y obtener un papel de mejor calidad.

Se espera que esta modificación, favorezca a la Industria Papelera en México, y se obtengan resultados positivos.

C A P I T U L O        I

D E S C R I P C I O N        D E L

S I S T E M A        A C T U A L

## 1) TRANSMISION DE LA MAQUINA CONTINUA

La máquina Fourdrinier que se está utilizando, es del año de 1940, con un ancho de 160 cms., aunque su transmisión sea moderna, ya que ésta fue instalada recientemente.

La máquina está accionada por un motor de 100 HP de velocidad variable.

La transmisión del motor a la máquina, se hace a través de un árbol con poleas cónicas, teniendo en cada sección un reductor de velocidad independiente uno del otro, - encontrándose distribuidos en la siguiente forma:

- 1° MESA FOURDRINIER
- 2° PRIMERA PRENSA
- 3° SEGUNDA PRENSA
- 4° TERCERA PRENSA
- 5° PRIMERA SECCION DE SECADO
- 6° PRIMER YANQUI
- 7° SEGUNDO YANQUI
- 8° PRIMERA CALANDRIA.

La máquina tiene una velocidad mínima de 20 m/min. y la velocidad máxima que puede desarrollar es de 120 m/min. cargada.

La velocidad promedio que desarrolla la máquina es de 70 a 80 m/min., para los papeles que tienen un gramaje - aproximado de 60 grs/m<sup>2</sup>, y de 30 a 40 m/min. para los papeles de 150 grs/m<sup>2</sup> a 200 grs/m<sup>2</sup>.

La producción diaria con estas condiciones de trabajo y estas velocidades es de 8.7 Tons/día.

La producción teórica en 24 horas es de

$$10200 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

Con una eficiencia del 85 % la producción real es de:

$$8.67 \frac{\text{Tons}}{\text{día}}$$

2) HIDRAPULPER:

El hidrapulper con el que se está trabajando tiene las siguientes características:

ALTURA            =       3.0 m.  
DIAMETRO           =       3.50 m.

Este se encuentra accionado por un motor de 100 HP colocado en forma vertical, y su potencia es transmitida por medio de una transmisión a base de poleas. Su velocidad fija es de - 250 RPM.

La capacidad aproximada del hidrapulper es la siguiente:

14.726 m<sup>3</sup>

Por otro lado la pasta tiene una consistencia del 4 al 6%. Con los datos anteriores se verá que la capacidad del hidrapulper por hora es:

740  $\frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$  de pasta seca

La producción del hidrapulper poniendo una carga cada hora será de :

$$17.67 \frac{\text{Tons}}{\text{día}}$$

Este resultado es dándole a la máquina una eficiencia teórica del 100 %, Ahora bien, con una eficiencia real del 85 % tendremos:

$$15.02 \frac{\text{Tons}}{\text{día.}}$$

### 3) TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Del hidrapulper, la pasta es bombeada por medio de bombas centrífugas, hacia el tanque de almacenamiento.

La pasta almacenada en el tanque es la cantidad necesaria para mantener la máquina continua trabajando durante seis horas aproximadamente. El tanque de almacenamiento posee agitación.



Las corrientes de la recirculación de agua y pasta -  
provenientes de la mesa plana y las prensas llegan al tan-  
que de almacenamiento.

Este tanque se encuentra construido de cemento reves-  
tido en su interior por azulejo y tiene un ligero movimien-  
to, la pasta llega allí y sale mediante un sistema de bom-  
beo.

Las dimensiones del tanque son:

4.0 m. de ANCHO

8.0 m. de LARGO

4.0 m. de PROFUNDIDAD

El volumen será:

$$V = 96 \text{ m}^3$$

La cantidad de pasta que se mantendrá en el tanque  
es aproximadamente:

$$88.356 \frac{\text{m}^3}{6 \text{ hr}}$$

Después del tanque de almacenamiento se encuentra un regulador de consistencia.

#### 4) R E F I N A D O R E S .

Después de haber pasado por el regulador de consistencia, nuestra pasta es enviada a los refinadores, en donde se lleva a cabo el proceso de refinación.

En este caso, se usan cuatro refinadores tipo "JORDAN", que se encuentran divididos en dos diferentes secciones (cada una con dos refinadores) . Sus cuchillas tienen un ancho de 6 mm.

La pasta utilizada, tiene por lo general una consistencia del 4 %.

Las razones por las cuales se tienen dos secciones -- de refinado en la planta son:

- 1a. Para dar el refinado deseado y
- 2a. Para llevar la refinación en forma rápida.

La refinación obtenida es de 50° "SCHOPPER RIEGLER".

5) TANQUE DE MAQUINA.

El tanque de máquina tiene una capacidad para almacenar pasta durante 20 min. antes de pasar a la máquina ---- Bourdrinier.

Al tanque de máquina llega la pasta proveniente de los refinadores cónicos, con una refinación aproximada de 40° Schopper Riegler.

El tanque que se tiene es del tipo vertical y cilíndrico. En la salida del tanque existe una malla, la cual atrapa todo el material extraño de tamaño grande que se encuentra en la pasta.

## 6) CAJA DE NIVEL.

La función de la caja de nivel, es mantener un nivel constante en la caja de la máquina y en esa forma evitar que falte pasta en la máquina continua.

De esta forma, no pasará más que la cantidad necesaria de pasta, para que el gramaje que se está empleando sea el correcto.

## 7) CAJA DE DISTRIBUCION

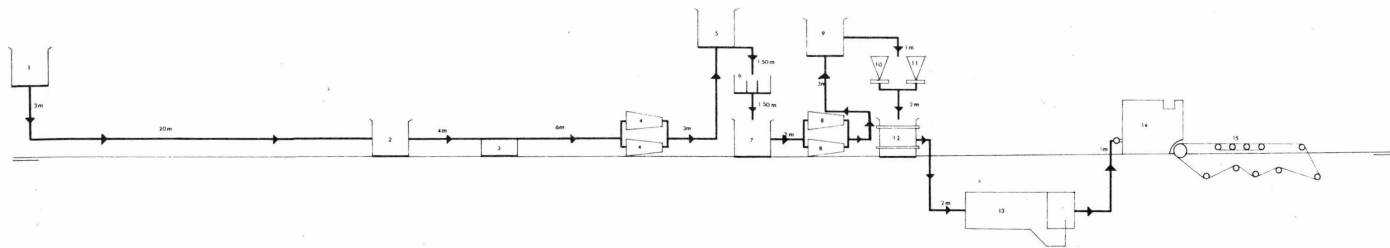
La pasta se alimenta a la caja de distribución a través de un distribuidor, el cual es rectangular, de disminución gradual de tamaño en el sentido del flujo con recirculación.

- 1 HIDRAPULVER
- 2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- 3 REGULADOR DE CONSISTENCIA
- 4 REFINADORES
- 5 TANQUE DE MAQUINA
- 6 CALA DE NIVEL

- 7 TANQUE MECLADOR
- 8 REFINADORES
- 9 TANQUE DE DILUCCION
- 10 DEPURADOR PRIMARIO
- 11 DEPURADOR SECUNDARIO
- 12 SELECTOR DE FIBRA

- 13 FOSA DE TELA
- 14 CAJA DE ENTRADA
- 15 TELA METALICA

2  
 TALLERES DE HIDROUR  
 DE SISTEMA  
 CARLOS GERRARD S. C.  
 TISSA PROFESIONAL



C A P I T U L O        I I

B A I A N C E

D E

M A T E R I A L E S

1) DATOS

Velocidad actual de la máquina en el enrollador	75 m/min.
Velocidad de la máquina en la mesa	70 m/min.
Ancho del papel sin recortar	1.75 m.
Ancho del papel recortado	1.60 m.
Peso base en el secador	60 gr/m <sup>2</sup>
Consistencia de la pasta en el hidrapulper	5.0 %
Consistencia en el tanque de máquina	5.0 %
Consistencia de la pasta en la mesa	0.7 %
Consistencia en la caja de entrada	0.7 %
Consistencia salida " COUCH "	8.0 %
Consistencia del agua blanca	0.07 %
Consistencia de la descarga de la bomba de circulación	0.25 %
Consistencia de los depuradores	1.2 %
Consistencia en la salida tanque mezclador	1.4 %
Rechazo de depuradores	5.0 % en volumen
Rechazo de selector	15.0 % a 0.8 % en volumen
Gravedad específica de la pasta	1 Kg. <sup>M</sup>

<b>Longitud de la tela</b>	<b>16 m.</b>
<b>Entrada a prensas</b>	<b>80 % de humedad</b>
<b>Entrada a secadores</b>	<b>65 % de humedad</b>
<b>Temperatura de la pasta</b>	<b>24° C</b>
<b>pH de la pasta</b>	<b>5.0</b>

**LOCALIZACIONES DEL HUIZACHE:**

<b>Lado de operación</b>	<b>5 cm.</b>
<b>Lado de transmisión</b>	<b>10 cm.</b>



N O M E N C L A T U R A .

A	Flujo salida "COUCH"	( 1/min)
C <sub>A</sub>	Consistencia de salida "COUCH"	( % )
B	Flujo alimentación caja de entrada	( 1/min)
C <sub>B</sub>	Consistencia alimentación caja de entrada	( % )
D <sub>1</sub>	Flujo alimentación depuradores ciclónicos primarios	( 1/min)
CD <sub>1</sub>	Consistencia alimentación depuradores ciclónicos primarios	( % )
d <sub>1</sub>	Flujo aceptado depuradores primarios	( 1/min)
C <sub>d1</sub>	Consistencia de flujo aceptado de depuradores primarios	( % )
D <sub>2</sub>	Flujo alimentación depuradores secundarios	( 1/min )
C <sub>D2</sub>	Consistencia de flujo alimentación depuradores secundarios	( % )
d <sub>2</sub>	Dilución de rechazo depuradores secundarios	( 1/min )
C <sub>d2</sub>	Consistencia dilución rechazo depuradores secundarios	( % )
E	Flujo dilución tanque mezclador	( 1/min )
C <sub>E</sub>	Consistencia flujo dilución tanque mezclador	( % )
F	Flujo alimentación tanque mezclador	( 1/min )
C <sub>F</sub>	Consistencia alimentación tanque mezclador	( % )
G	Flujo para dilución	( 1/min )
C <sub>G</sub>	Consistencia flujo dilución	( % )
H	Flujo de salida del "hidrapulper"	( 1/min )
C <sub>H</sub>	Consistencia flujo "hidrapulper"	( % )
C <sub>i</sub>	Flujo de charolas	( 1/min )

C <sub>C1</sub>	Consistencia charolas	( % )
J	Dilución de rechazo depuradores primarios	( 1/min )
C <sub>J</sub>	Consistencia dilución rechazo depuradores primarios	( % )
K	Flujo derrame fosa tela	( 1/min )
C <sub>K</sub>	Consistencia derrame fosa tela	( % )
H	Flujo de salida del hidrapulper	( 1/min )
C <sub>H</sub>	Consistencia flujo hidrapulper	( % )
L	Flujo de salida tanque almacenamiento	( 1/min )
C <sub>L</sub>	Consistencia flujo de salida tanque almacenamiento	( % )
T	Flujo salida tanque de máquina	( 1/min )
C <sub>T</sub>	Consistencia tanque de máquina	( % )
M	Flujo de salida tanque mezclador	( 1/min )
C <sub>M</sub>	Consistencia flujo de salida tanque mezclador	( % )

2) CALCULOS

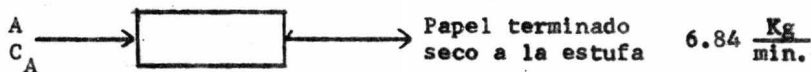
a) Producción de papel en el enrollador

$$1.60 \text{ m} \times 75 \frac{\text{m}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} \times 1 \frac{\text{Kg}}{1000 \text{ gr}} =$$

$$10368 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \quad \text{base húmeda.}$$

$$10368 \times 0.95 = 9849.60 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \quad \text{base seca.}$$

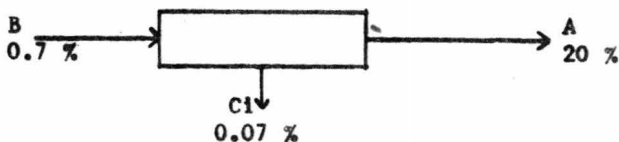
b) Balance entre Couch y enrollador.



$$A \left( \frac{1}{\text{min}} \right) \times C \left( \frac{\text{Kg}}{\text{l}} \right) = 6.84 \frac{\text{Kg}}{\text{min.}}$$

$$A \frac{6.84}{C} = \frac{6840 \text{ gr/min}}{200 \text{ gr/l}} = 34.2 \text{ l/min} \quad \text{--- (1)}$$

c) Balance en la mesa de fabricación.



$$B = A + C1 \quad \text{-----} \quad ( 2 )$$

$$0.007 = 0.2A + 0.0007 C1 \quad \text{-----} \quad ( 3 )$$

Sustituyendo ( 1 ) en ( 2 )

$$B = 34.2 + C1 \quad \text{-----} \quad ( 4 )$$

$$C1 = B - 34.2 \quad \text{-----} \quad ( 5 )$$

Sustituyendo ( 1 ) y ( 5 ) en ( 3 )

$$0.007 B = 0.2 (34.2) + 0.0007 (B-34.2)$$

$$0.007 B = 6.84 + 0.0007 B - 0.023$$

$$0.0063 B = 6.817$$

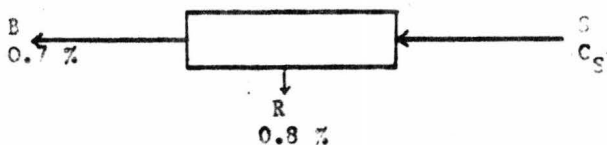
$$B = 1084.06 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad ( 6 )$$

Sustituyendo ( 6 ) en ( 5 )

$$C1 = 1082.06 - 34.2$$

$$C1 = 1047.86 \quad \text{-----} \quad ( 7 )$$

d) Balance en el Selector.



$$S = B + R \quad \text{-----} \quad ( 8 )$$

Según el diseño del selector

$$B = 0.85 S \quad \text{-----} \quad ( 9 )$$

Sustituyendo ( 6 ) en ( 9 )

$$1082.06 = 0.85 S$$

$$S = 1273.011 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad ( 10 )$$

Sustituyendo ( 10 ) y ( 6 ) en ( 8 )

$$1273.011 = 1082.06 + R$$

$$R = 1273.011 - 1082.06$$

$$R = 190.951 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad ( 11 )$$

Para la consistencia de entrada al selector

$$SC_S = BC_B + RC_R$$

$$C_S = \frac{BC_B + BC_R}{\quad} \quad ( 12 )$$

Sustituyendo valores en ( 12 )

$$C_S = \frac{(1082.06) (0.007) + (190.951) (0.008)}{1273.011}$$

$$C_S = \frac{7.574 + 1.527}{1273.011}$$

$$C_S = 0.0071$$

$$C_S = 0.71 \% \quad ( 13 )$$

e) para poder pasar a los balances generales en la máquina se hará primero un balance en un depurador cilíndrico.

Consistencia de entrada 1.2 % ,

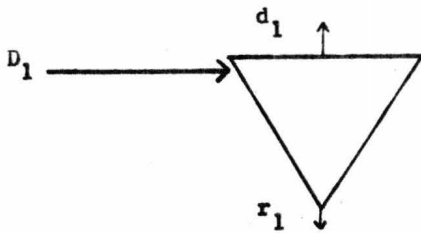
Presión de entrada 50 Psig

Caída de presión 45 psig

La consistencia de rechazo será igual a dos veces la consistencia de entrada.

Aceptado = 95 % en volúmen

Rechazo = 5 % en volúmen



$$D_1 = d_1 + r_1$$

$$D_1 C_{D1} = d_1 C_{d1} + r_1 C_{r1}$$

Como:

$$d_1 = 0.95 D_1$$

$$r_1 = 0.05 D_1$$

$$C_{r1} = 2 C_{D1}$$

Se tiene que:

$$D_1 C_{D1} = 0.95 D_1 C_{d1} + 0.05 D_1 2C_{D1}$$

$$C_{D1} = 0.95 C_{d1} + 0.1 C_{D1}$$

$$C_{d1} = \frac{C_{D1} - 0.1 C_{D1}}{0.95}$$

$$C_{d1} = 0.947 C_{D1} \quad \text{-----} \quad (14)$$



f) Balance tanque mezclador

$$M = F + E \quad \text{-----} \quad ( 15 )$$

$$M C_M = F C_F + E C_E \quad \text{-----} \quad ( 16 )$$

g) Balance entrada bomba de alimentación al selector

$$S = G + M \quad \text{-----} \quad ( 17 )$$

$$S C_S = G C_G + M C_M \quad \text{-----} \quad ( 18 )$$

h) Balance en tanque de dilución.

$$D_1 = R + 0.95 D_2 + N \quad \text{-----} \quad ( 19 )$$

$$D_1 C_{D1} = R C_R + 0.95 D_2 C_{D2} + N C_N \quad \text{-----} \quad ( 20 )$$

i) Balance en depuradores ciclónicos secundarios

$$D_2 = 0.05 D_1 + j \quad \text{-----} \quad ( 21 )$$

$$D_2 C_{D2} = 0.05 D_1 C_{D1} + j C_j \quad \text{-----} \quad ( 22 )$$

j) Balance en fosa de tela.

$$C_i + 0.95 D_1 = E + G + K + j + N \text{ ————— ( 23 )}$$

$$C_i C_{C_i} + 0.95 D_1 C_{D_1} = EC_E + GC_G + KC_K + jC_j + NC_N \text{ — ( 24 )}$$

k) Balance Total.

$$F = A + K + 0.05 D_2 \text{ ————— ( 25 )}$$

$$FC_F = AC_A + KC_K + 0.05 D_2 C_{D_2} \text{ ————— ( 26 )}$$

Sustituyendo valores tenemos.

$$M = F + E$$

$$0.014 M = 0.05 F + 0.0007 E \text{ ————— ( 27 )}$$

$$S = G + M$$

$$1273.011 = G + M \text{ ————— ( 28 )}$$

$$(1273.011) (0.0071) = GC_G + MC_M \text{ ————— ( 29 )}$$

$$D_1 = R + 0.95 D_2 + N \text{ ————— ( 19 )}$$

$$D_1 = 190.951 + 0.95 D_2 + N \text{ ————— ( 30 )}$$

$$0.012 D_1 = (0.072)(190.951) + (0.0114 D_2 + 0.0007 N) \text{ — ( 31 )}$$

$$D_2 = 0.05 D_1 + j$$

$$0.012 D_2 = 0.0012 D_1 + 0.0007 j \text{ ————— ( 32 )}$$

$$C_i + 0.95 D_1 = E + G + K + j + N$$

$$1047.86 + 0.95 D_1 = E + G K + j + N \quad (33)$$

$$(1047.86)(0.0007) + 0.0114 D_1 = 0.0007 E + GC_G + KC_K + 0.0007 (j + N) \quad (34)$$

$$F = A + K + 0.05 D_2$$

$$F = 34.2 + K + 0.05 D_2 \quad (35)$$

$$0.05 F = (34.2)(0.2) + KC_K + 0.0006 D_2 \quad (36)$$

De la ecuación ( 21 ) tenemos :

$$j = D_2 - 0.05 D_1 \quad (37)$$

De la ( 32 )

$$j = \frac{0.012 D_2 - 0.0012 D_1}{0.0007} \quad (38)$$

Iguando ( 37 ) y ( 38 )

$$D_2 - 0.05 D_1 = \frac{0.012 D_2 - 0.0012 D_1}{0.0007}$$

$$0.0007 (D_2 - 0.05 D_1) = 0.012 D_2 - 0.0012 D_1$$

$$0.0007 D_2 - 0.000035 D_1 = 0.012 D_2 - 0.0012 D_1$$

$$0.0113 D_2 = 0.001165 D_1$$

$$D_1 = 9.699 D_2 \text{ ----- ( 39 )}$$

Sustituyendo ( 39 ) en ( 37 )

$$j = D_2 - (0.05) (9.699 D_2)$$

$$j = D_2 - 0.4849 D_2$$

$$j = 0.515 D_2 \text{ ----- ( 40 )}$$

Sustituyendo ( 39 ) en ( 30 )

$$9.699 D_2 = 190.951 + 0.95 D_2 + N$$

$$8.749 D_2 = 190.951 + N \text{ ----- ( 41 )}$$

Sustituyendo ( 39 ) en ( 31 )

$$0.1163 D_2 = 13.7484 + 0.0114 D_2 + 0.0007 N$$

$$0.1049 D_2 = 13.7484 + 0.0007 N \text{ ----- ( 42 )}$$

Igualando ( 41 ) y ( 42 )

$$8.749 D_2 - 190.951 = \frac{0.1049 D_2 - 13.7484}{0.0007}$$

$$0.0061 D_2 - 0.1336 = 0.1049 D_2 - 13.7484$$

$$13.6148 = 0.0988 D_2$$

$$D_2 = 138.1597 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad (43)$$

Sustituyendo ( 43 ) en ( 39 ), ( 40 ) y ( 41 )

$$D_1 = (0.699) (138.1597)$$

$$D_1 = 1340.011 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad (44)$$

$$j = (0.515) (138.1597)$$

$$j = 71.1522 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad (45)$$

$$N = (8.749) (138.1597) - 190.951$$

$$N = 1017.8082 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad (46)$$

Sustituyendo los valores obtenidos en ( 33 )

$$1047.86 + (0.95) (1340.011 - E + G + K + 71.1522 + 1017.8082$$

$$E + G + K = 1231.91 \quad \text{-----} \quad (47)$$

Y en ( 34 )

$$\begin{aligned}
 (1047.86) (0.0007) + (0.0114) (1340.011) &= 0.0007 E + \\
 GC_G + KC_K + 0.0007 (71.1522 + 1017.8082) & \\
 0.0007 E + GC_G + KC_K &= 15.2474 \text{ ————— ( 48 )}
 \end{aligned}$$

Sustituyendo ( 15 ) en ( 27 )

$$\begin{aligned}
 0.014(F + E) &= 0.05 F + 0.0007 E \\
 0.014 F + 0.014 E &= 0.05 F + 0.0007 E \\
 0.0133 E &= 0.036 F \\
 F &= 0.369 E \text{ ————— ( 49 )}
 \end{aligned}$$

Sustituyendo ( 15 ) y ( 49 ) en ( 28 )

$$\begin{aligned}
 1273.011 &= G + F + E \\
 1273.011 &= G + E + 0.369 E \\
 1273.011 &= G + 1.369 E \text{ ————— ( 50 )}
 \end{aligned}$$

Sustituyendo ( 15 ) y ( 49 ) en ( 27 )

$$\begin{aligned}
 (1273.011) (0.0071) &= GC_G + 0.014 (E + 0.369 E) \\
 9.0383 &= GC_G + 0.014 E + 0.0051 E \\
 9.0383 &= GC_G + 0.0191 E \text{ ————— ( 51 )}
 \end{aligned}$$

de ( 47 )

$$K = 1231.91 - E - G \text{ ————— ( 52 )}$$

Sustituyendo ( 52 ) en ( 48 )

$$15.2474 = 0.0007 E + GC_G + C_G (1231.91 - G - E)$$

$$15.2474 = 0.0007 E + 1231.91 C_G - EC_G \text{ ————— ( 53 )}$$

de ( 50 )

$$G = 1273.011 - 1.369 E \text{ ————— ( 54 )}$$

Sustituyendo ( 54 ) en ( 51 )

$$9.0383 = (1273.011 - 1.369 E) C_G + 0.0191 E$$

$$9.0383 = 1273.011 C_G - 1.369 EC_G + 0.0191 E \text{ ————— ( 55 )}$$

de ( 53 )

$$15.2474 = E ( 0.0007 - C_G ) + 1231.91 C_G$$

$$E = \frac{15.2474 - 1231.91 C_G}{0.0007 - C_G} \text{ ————— ( 56 )}$$

Sustituyendo ( 56 ) en ( 55 )

$$9.0383 = 1273.011 C_G - 1.369 C_G \frac{15.2474 - 1231.91 C_G}{0.0007 - C_G} +$$

$$0.0191 \frac{15.2474 - 1231.91 C_G}{0.0007 - C_G}$$

$$9.0383 = 1273.011 C_G - \frac{20.8736 - 1686.4847 C_G^2}{0.0007 - C_G} +$$

$$\frac{0.2912 - 23.5294 C_G}{0.0007 - C_G}$$

$$0.0063 - 9.038 C_G = 0.8911 C_G - 1273.011 C_G^2 -$$

$$20.8736 + 1686.4847 C_G^2 + 0.2912 - 23.5294 C_G$$

$$413.4737 C_G^2 - 34.4739 C_G + 0.2849 = 0$$

$$C_G = \frac{34.4739 \pm \sqrt{(34.4739)^2 - 4(413.4737)(0.2849)}}{2(413.4737)}$$

$$C_G = \frac{34.4739 \pm \sqrt{1188.4497}}{826.9474} = 471.1946$$

$$C_G = \frac{34.4739 \pm \sqrt{717.2557}}{826.9474}$$

$$C_G = \frac{34.4739 \pm 26.7817}{826.9474}$$

$$C_{G1} = 0.074$$

$$C_{G2} = 0.0096 \text{ ————— ( 57 )}$$



Sustituyendo ( 57 ) en ( 56 )

$$E = \frac{15.2474 - (1231.91) ( 0.0096 )}{0.0007 - 0.0096}$$

$$E = 384.3892 \frac{1}{\text{min}} \text{ ( 58 )}$$

Sustituyendo ( 58 ) en ( 54 )

$$G = 1273.011 - (1.369) (384.3892)$$

$$G = 746.7822 \frac{1}{\text{min}} \text{ ( 59 )}$$

Sustituyendo ( 58 ) y ( 59 ) en ( 52 )

$$K = 1231.91 - 384.3892 - 746.7822$$

$$K = 100.7386 \frac{1}{\text{min}} \text{ ( 60 )}$$

Sustituyendo ( 58 ) en ( 49 )

$$F = (0.369) (384.3892)$$

$$F = 141.8396 \text{ ( 61 )}$$

Sustituyendo ( 61 ) y ( 58 ) en ( 15 )

$$M = F + E$$

$$M = 141.8396 + 384.3892$$

$$M = 526.2288 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{-----} \quad ( 62 )$$

Checando los valores en la ecuación ( 26 )

$$FC_F = AC_Z + KC_K + 0.05 D_2 C_{D2}$$

$$(141.8396)(0.05) + (34.2)(0.2) + (100.7386)(0.0007) + \\ (0.05)(138.1597)(0.012)$$

$$7.09 = 6.84 + 0.071 + 0.083$$

$$7.09 = 6.994 \quad \text{-----} \quad ( 63 )$$

$$\% \text{ error} = \frac{7.09 - 6.994}{7.09}$$

$$\% \text{ error} = 0.0135 \quad \text{-----} \quad ( 64 )$$

El balance de materiales de la caja dosificadora al hidrapulper se encuentra basada en F

$$F = 141.8396 \frac{1}{\text{min}}$$

De donde se aumenta el 10 % de reflujo para tener seguridad en la dosificación.

$$T = 156.0235 \frac{1}{\text{min}}$$

El Flujo de F tiene 50 % de fibra larga y 50 % de fibra corta, por lo tanto:

$$A = 70.9198 \frac{1}{\text{min}}$$

$$B = 70.9198 \frac{1}{\text{min}}$$

El volumen del hidrapulper es de  $15 \text{ m}^3$ , y el volumen a manejar está basado en la producción de la máquina, teniendo entonces  $410.4 \text{ Kg/hr}$  o  $6.84 \text{ Kg/min}$  base seca

Tomando en cuenta que se carga cada 45 min., se ve que se puede tener una producción de :

$$410.4 \text{ Kg} \times 32 = 13132.8 \text{ Kg/día}$$

En la actualidad se carga cada hora o sea que se tiene:

con una consistencia del 5 % un volumen a manejar de  $20.50 \text{ m}^3$

TABLA DE VALORES.

	L/min	GPM	CONSISTENCIA %
CI	1047.86	276.845	0.07
E	384.3892	101.556	0.07
R	190.951	50.449	0.07
s	1273.011	336.330	0.71
B	1082.06	285.881	0.7
A	34.2	9.035	20.0
D <sub>2</sub>	138.1597	36.501	0.012
D <sub>1</sub>	1340.011	354.032	0.012
J	71.1522	18.798	0.07
N	1017.8082	268.905	0.07
G	746.7822	197.300	0.96
K	100.7386	26.615	0.07
M	526.2288	139.03	0.7
F	141.8396	37.474	5.0
T	156.0235	41.221	5.0

# BALANCE DE CENIZAS

## A) ENTRADAS

Estas se localizan en un solo punto, que es el hidrapulper. Del balance de pulpa se sabe que entran a la mesa de fabricación

$$1082.06 \frac{l}{min} \quad \text{consistencia} \quad 0.7 \%$$

$$1082.06 \frac{l}{min} \times 7 \frac{gr}{l} = 7574.42 \frac{gr}{min}$$

con un contenido de 10 % de materia inorgánica (cenizas )

$$0.10 \times 7574.42 \frac{gr}{min} = 757.442 \frac{gr}{min}$$

## B) SALIDAS

Estas se localizan en diferentes puntos cuyos flujos se calculan a continuación:

a) Derrame de agua rica es de :

$$301.0778 \times 0.7 \frac{\text{gr}}{\text{lt}} = 210.7544 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$$

con 45 % de cenizas.

$$0.45 \times 210.7544 = 94.8394 \frac{\text{gr}}{\text{min}} \text{ de cenizas.}$$

b) Caída de tiras húmedas es de :

Ancho del papel sin recortar 1.75 m.

Ancho del papel recortado 1.60 m.

Velocidad de la máquina en la mesa 70 m/min.

$$0.15 \text{ m} \times 75 \frac{\text{m}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{gr}}{\text{min}} = 675 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$$

con 10 % de cenizas.

$$0.10 \times 675 \frac{\text{gr}}{\text{min}} = 67.5 \frac{\text{gr}}{\text{min}} \text{ de cenizas.}$$

c) El agua de prensas elimina  $24 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$  de pasta con 90 % de cenizas

$$0.90 \quad X \quad 24 \frac{\text{gr}}{\text{min}} = 22 \frac{\text{gr}}{\text{min}} \quad \text{de cenizas}$$

d) El agua de cajas y cilindros de succión descarga  $49.4 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$  con 80 % de cenizas.

$$0.80 \quad X \quad 49.4 \frac{\text{gr}}{\text{min}} = 39.52 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$$

e) El papel se produce con velocidad de  $6840 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$  base seca con 7.8 % de cenizas.

$$0.078 \quad X \quad 6840 \frac{\text{gr}}{\text{min}} = 533.52 \frac{\text{gr}}{\text{min}} \quad \text{de cenizas.}$$

En el balance total, las entradas deben ser igual a las salidas.

$$\text{Salidas} = 94.8394 + 67.5 + 22 + 39.52 + 533.52$$

$$\text{Salidas} = 757.379 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$$

$$757.442 \frac{\text{gr}}{\text{min}} = 757.379 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$$

## ENCOLADO DEL PAPEL

Para que un papel bond tenga un encolado interno, es necesario, que haya un 3 % de brea al estado sólido y para que precipite es conveniente un 4 % de sulfato de aluminio.

Las cantidades usadas en este caso son:

Brea	1.25 Kg
$Al_2 (SO_4)_3$	16.5 Kg

Estas cantidades son por carga.

Así mismo, las cantidades de caolín, que su función principal es la de dar opacidad al papel, es de 10 % o sea 41 Kg. y de almidón 1 % que es igual a 4 Kg.

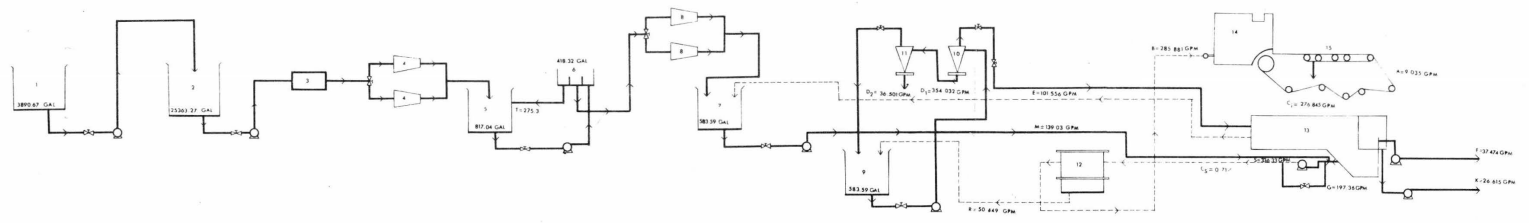
Los tiempos de retención de pasta en los diferentes tanques son:



1.- Hidrapulper	40 min.
2.- Tanque de Almacenamiento	de 5 a 6 hrs.
5.- Tanque de Máquina	20 min.
6.- Caja de Nivel	10 min.
7.- Tanque Mezclador	15 min.
9.- Tanque de Dilución	15 min.

- |                             |                         |                    |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 HIDRA PULPER              | 7 TANQUE MEZCLADOR      | 13 FOSA DE TELA    |
| 2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO  | 8 REFINADORES           | 14 CAJA DE ENTRADA |
| 3 REGULADOR DE CONSISTENCIA | 9 TANQUE DE DIVISION    | 15 TELA METALICA   |
| 4 REFINADORES               | 10 DEFERADOR PRIMARIO   |                    |
| 5 TANQUE DE MAGNINA         | 11 DEFERADOR SECUNDARIO |                    |
| 6 CAJA DE NIVEL             | 12 SELECTOR DE FIBRA    |                    |

DISEÑADA POR  
 SISTEMA DE DISEÑO  
 CATEDRO CARRETA D C  
 TITULO PROFESIONAL



CAPITULO III

SECCION DE

PRENSAS Y SECADORES

## 1) SECCION DE PRENSAS.

Ya formada la banda de papel, es necesario remover el agua, lo cual es efectuado de dos formas, mecánicamente en las prensas y por evaporación en los secadores.

Desde el punto de vista económico, el agua removida en las prensas, es una de las más importantes operaciones en la fabricación de papel, ya que, cuesta más o menos la décima parte remover el agua en las prensas de lo que cuesta en los secadores.

Para lograr la máxima eficiencia en esta operación se tiene el siguiente equipo:

- a) Una prensa de succión
- b) Dos prensas planas.

a) La prensa de succión, tiene por objeto tomar la banda de papel y eliminar la mayor cantidad de agua mediante una caja de succión que se encuentra dentro del cilindro inferior, esta operación se efectúa antes de pasar a las prensas planas.

El cilindro de succión, es un cuerpo de bronce - recubierto con hule de una pulgada de grueso aproximadamente, éste se encuentra rodeado por un recipiente cuya función es recoger el agua extraída de su interior.

El cilindro superior o cilindro sólido está fabricado de hierro fundido y recubierto con hule.

#### b) PRENSAS PLANAS.

Las prensas planas, consisten de dos cilindros - colocados uno sobre otro, el cilindro inferior es de hule y tiene un ligero coronamiento en el centro, su superficie es dura, y el cilindro superior es plano con un dibujo ranurado ligeramente espiral. Este cilindro tiene un equipo para remover el agua de las ranuras. La presión lineal es ajustable y ésta va desde 0 a 9 Kg/cm.

Para el acondicionamiento del fieltro se tiene - una caja de succión y una regadera del lado que hace contacto con el papel. La zona de contacto en la prensa es de 1.5 in. de ancho.

La banda de papel entra a la Sección de prensas con una humedad del 80 % aproximadamente y deja la sección de prensas con una humedad del 60 al 65 %.

## 2) SECCION DE SECADORES.

La principal función de esta sección, es secar el papel por medio de la evaporación.

El calor es suministrado por el vapor en los secadores, y de éstos el vapor es removido y aprovechado.

El remover en forma adecuada el condensado y los gases no condensables de los secadores, determina en gran parte la eficiencia de esta operación.

Igual importancia se le dá al suministro del calor a los secadores que a la circulación del aire, el cual transporta el vapor de agua lejos de la hoja de papel.

La correcta cantidad de aire con la adecuada humedad y temperatura, tiene que ser suministrada y después removida de la sección de secadores.

Debido al alto costo de remover agua por evaporación es esencial que la humedad de la hoja de papel al entrar a los secadores sea mantenida al mínimo.

Después de la operación de prensado, la banda de papel tendrá una humedad del 60 al 65 % y ésta deberá ser reducida por evaporación hasta 5-10 % en la banda de papel al dejar los secadores, dependiendo del peso del papel que se está fabricando.

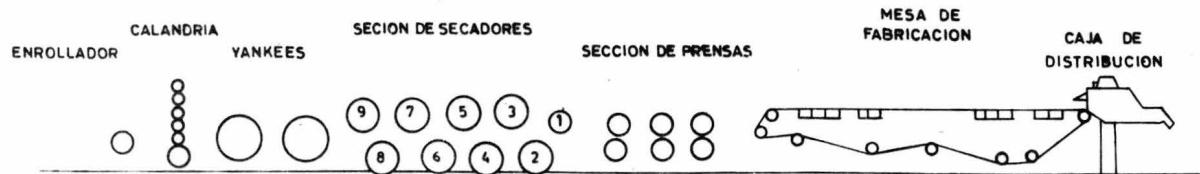
La máquina con que se está trabajando, posee en la actualidad 9 secadores y dos yankees, al final de los yankees se tiene un pequeño cilindro de bronce, el cual contiene en su interior agua fría para enfriar un poco la banda de papel, antes de pasar a la calandria.

La presión normal de trabajo es de  $2.11 \text{ Kg/cm}^2$  manométricas ( 30 psig ).

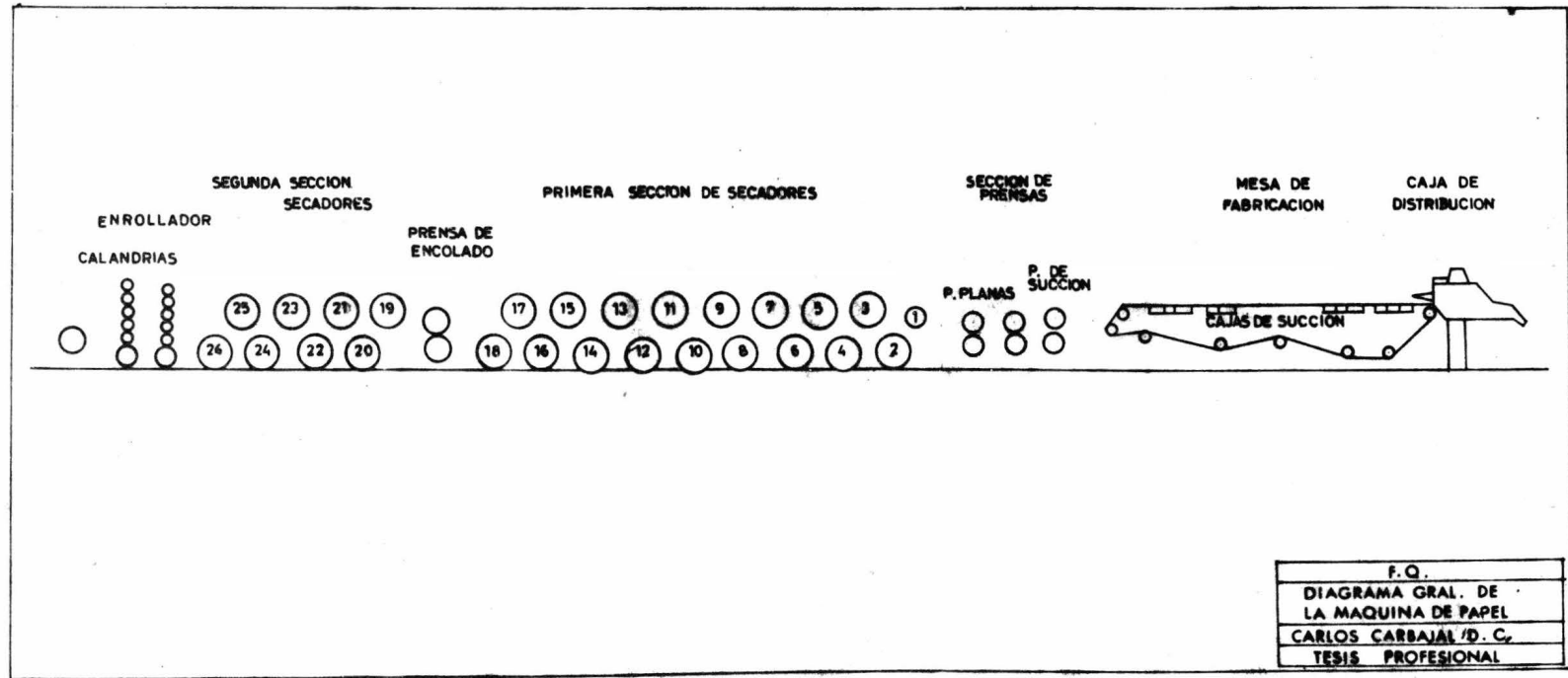
La nueva sección de secado va a constar de 26 secadores divididos en dos secciones, la primera de 18 secadores y la segunda de ocho. Los dos últimos van a llevar agua fría para enfriar la banda de papel ( Sweat Roll ).

Todos los secadores en contacto con el papel están equipados con cuchillas y algunas de ellas tienen mecanismo para oscilar.

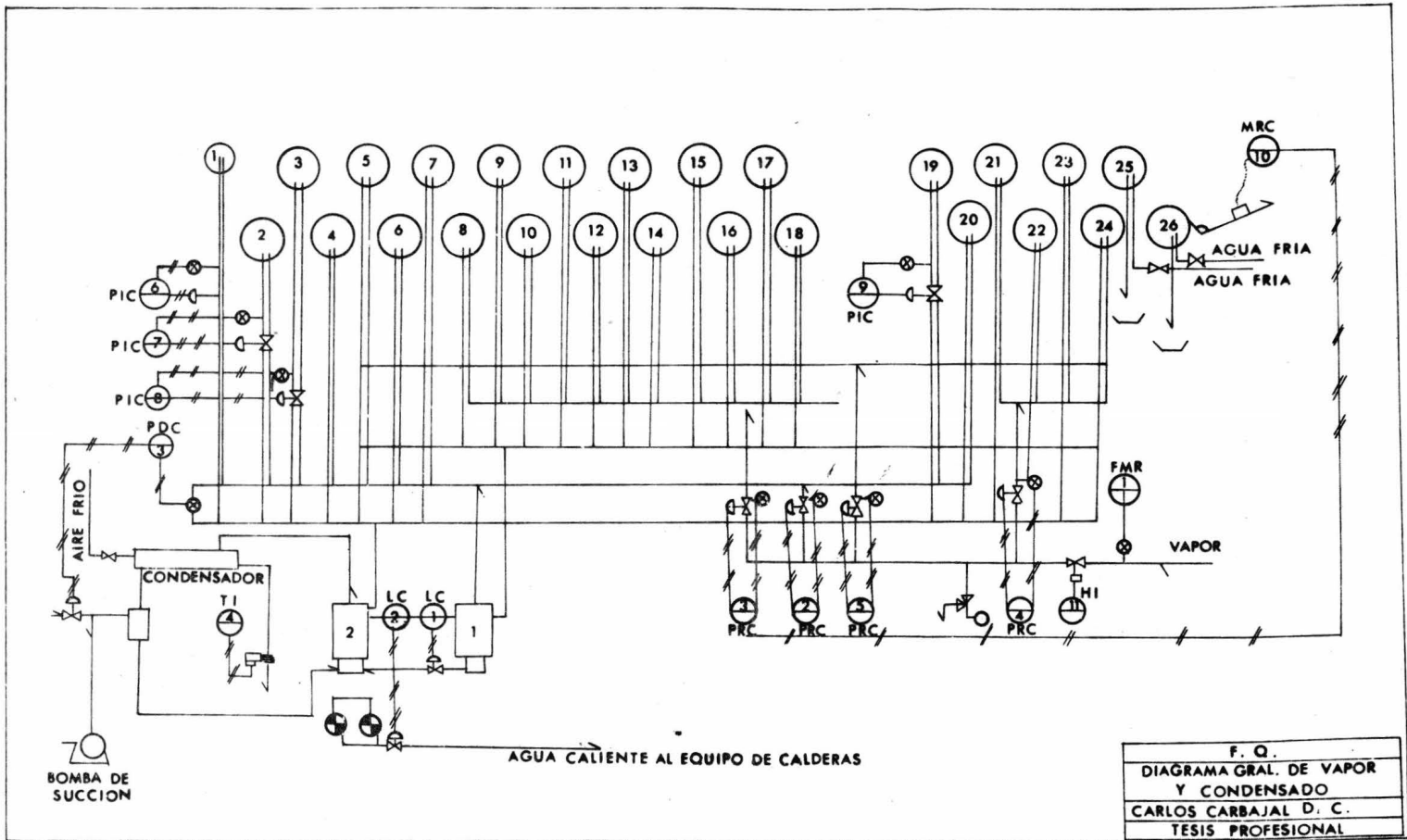




F. Q.
DIAGRAMA ACTUAL DE LA MAQUINA
CARLOS CARBAJAL D. C.
TESIS PROFESIONAL



F. O.
DIAGRAMA GRAL. DE LA MAQUINA DE PAPEL
CARLOS CARBAJAL / D. C.
TESIS PROFESIONAL



F. Q.
DIAGRAMA GRAL. DE VAPOR Y CONDENSADO
CARLOS CARBAJAL D. C.
TESIS PROFESIONAL

La sección de secadores tiene una caseta para coleccionar el agua evaporada de la banda de papel, antes de que escape al cuarto de la máquina. El aire cargado de humedad es removido de la caseta a la atmósfera por dos extractores.

Para la remoción del condensado en los secadores se tiene un sistema de sifones estacionarios. Estos sifones operan bajo el principio que el extremo del tubo del sifón está cubierto de agua condensada y que la presión de vapor forzará al condensado a salir por el tubo del cabezal de condensado, para controlar la salida de condensado se tiene visi-flows.

El sistema de entrada de vapor y salida del condensado es mediante el sistema Fulton.

Para mejorar la eficiencia de los secadores, se usan lonas o fieltros secadores de plástico, cuya función es mantener la banda de papel contra la cara del secador. Estas deben permitir que el vapor que evapora de la banda de papel pase a través de ellas para ser removido por el sistema de ventilación.

### 3) PRENSA DE ENCOLADO.

Para algunos papeles que requieren un encolado excepcional que no puede ser suministrado junto con los demás ingredientes en el tanque mezclador se usa el tipo de encolado superficial, el cual es aplicado en la prensa de encolado.

Esta prensa se encuentra colocada después de la primera sección de secadores, ya que el método que se sigue para aplicar el encolado superficial es secar el papel parcialmente, pasarlo a través de la prensa de encolado, para posteriormente terminar de secarlo en la segunda sección de secadores.

La prensa es del tipo vertical, el ángulo con respecto a la horizontal es de 90°. La presión es ajustable y varía entre 0 y 31 Kg/cm. A la salida de la prensa se encuentra un cilindro curvo, cuya función es el extender el papel.

A un lado de la máquina se encuentra un sistema que sirve para almacenar y alimentar el encolado a la prensa.

#### 4) CALANDRIAS

La función principal de las calandrias, es la de compactar el papel y mejorar su tersura. Este efecto es logrado en ambos lados de la hoja de papel, mediante la fricción y la presión de los cilindros entre los cuales circula dicha hoja.

El cilindro inferior de la calandria, es movido mecánicamente, éste a su vez mueve a los que se encuentran arriba mediante la fricción que se desarrolla entre todos los cilindros.

Las calandrias constan de seis cilindros cada una, siendo el cilindro inferior de un diámetro mayor que los demás. A los cilindros superiores, se les puede aplicar una presión neumática extra para aumentar la presión mecánica. La presión en el nip inferior, puede variar de 0 a 100 Kg/cm.<sup>2</sup>

A los cilindros intermedios, se les puede introducir vapor para calentarlos. Los cilindros se encuentran equipados con cuchillas a las cuales se les puede aplicar presión neumática y poseen un dispositivo especial para oscilar.

CAPITULO IV

REDISEÑO TEORICO

DEL SISTEMA

Es conveniente que al detener las operaciones de la máquina se efectuen los siguientes cambios:

10. Debido a que los refinadores serán reducidos a la mitad, la fibra corta pasará directamente hacia un tanque que se colocará después de los refinadores primarios.

En este tanque se mezclará la fibra corta con la fibra larga y las sustancias que hayan sido agregadas en el hidrapulper, tales como los pigmentos y la brea, para posteriormente agregar el caolín y el sulfato de aluminio.

El tanque deberá estar equipado con un agitador vertical, accionado con un motor de 20 caballos para poder mezclar todos los productos.

El volumen del tanque será de  $15 \text{ m}^3$ .

El costo del tanque con motor y agitador, será de \$100,000.00. Este dinero se recuperará en un tiempo razonable, ya que el gasto de cuchillas de los refinadores será menor, así como el gasto de materia prima, además de



que la calidad del papel será superior a la que se estaba obteniendo con anterioridad.

2o. El agua que se está utilizando en la fabricación de papeles, es agua fresca principalmente, ya que procede de un pozo propio, y que sirve para alimentar toda la fábrica mediante el control de diferentes válvulas.

El agua rica que sale de la mesa de fabricación es reusada únicamente en la dilución de la pasta, en los tanques de Dilución y Mezclador.

El agua pobre que va a desembocar al drenaje, está constituida por el derrame de agua rica, el agua de regaderas y el agua de succión.

Los lugares donde se agrega agua fresca son en el hidrapulper y en las regaderas.

En dichos lugares es recomendable substituir la mayor cantidad de agua fresca posible por agua blanca.

Es aconsejable colocar un tanque para almacenar las aguas de fabricación que sirvan principalmente para diluir la pasta del hidrapulper en lugar del agua fresca, dicho tanque deberá tener una capacidad tal que pueda almacenar agua durante una hora aproximadamente.

Se calculará un tanque para un volumen aproximado de  $8 \text{ m}^3$ .

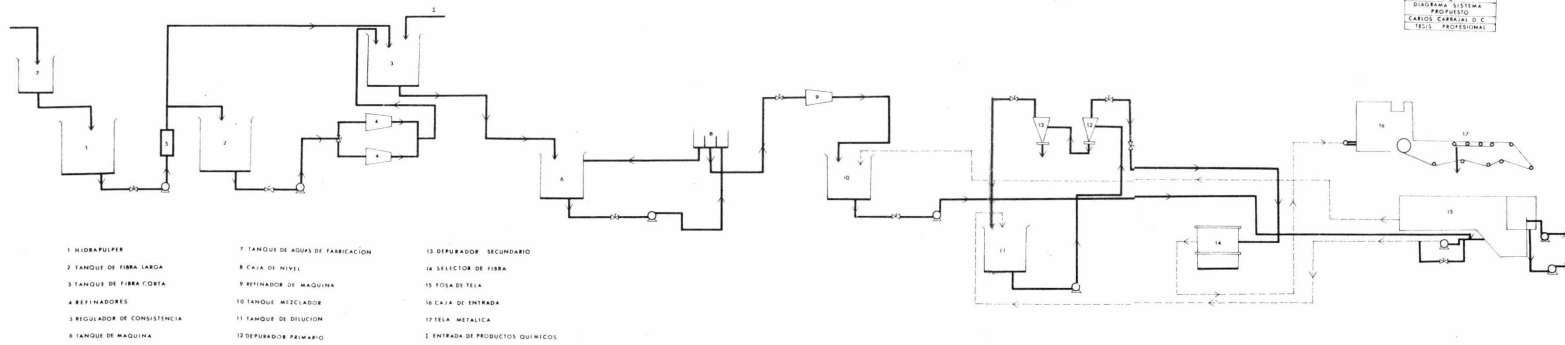
El costo aproximado de este tanque será de ---- \$50,000.00. El gasto de agua fresca por día que se utiliza en el hidrapulper en la actualidad es de  $300.382 \text{ m}^3$ .

Tomando en cuenta que el costo por metro cúbico de agua es de \$1.00, se ahorrará \$300.38 por día, o sea que en un año se ahorrará la cantidad de \$109,500.00.

La cantidad de agua fresca que se utiliza en las regaderas es de 10 galones por minuto.

En estas dos partes, también se recomienda eliminar esta agua y poner en su lugar, agua blanca.

3o. Debido a que los refinadores de máquina se encuentran trabajando a menos de la mitad de su capacidad cada uno, ( 40 A. ) se recomienda eliminar uno de ellos y trabajar con el otro un poco más forzado.



- 1 HIDRAPULPER
- 2 TANQUE DE FIBRA LARGA
- 3 TANQUE DE FIBRA CORTA
- 4 REFINADORES
- 5 REGULADOR DE CONSISTENCIA
- 6 TANQUE DE MAQUINA
- 7 TANQUE DE AGUA DE FABRICACION
- 8 CAJA DE NIVEL
- 9 REFINADOR DE MAQUINA
- 10 TANQUE MEZCLADOR
- 11 TANQUE DE DILUICION
- 12 DEPURADOR PRIMARIO
- 13 DEPURADOR SECUNDARIO
- 14 SELECTOR DE FIBRA
- 15 FOSA DE TELA
- 16 CAJA DE ENTRADA
- 17 TELA METALICA
- 18 ENTRADA DE PRODUCTOS QUIMICOS

J. G.  
 DISEÑADOR SISTEMA  
 PROYECTO  
 CARLOS GARCIA S. C.  
 TESIS PROFESIONAL

## CALCULO DE SECADORES.

### DATOS:

Entrada a secadores	65 % de humedad
Salida de secadores	5 % de humedad
Ancho del papel	63 pulgadas
Diámetro de secadores	4 pies
Velocidad de la máquina	230 pies/min.
Peso del papel	12 lb/1000 pies <sup>2</sup>
Cara de secador	70 pulgadas
Producción diaria	10.2 Ton/día
Presión de vapor	30 psig.

EVAPORACION POR LIBRA DE PAPEL.

La cantidad de agua que con la hoja entra y sale de los secadores, se mide como porcentaje de agua sobre el peso húmedo total.

$$\frac{\% \text{ de humedad que entra} - \% \text{ de humedad que sale}}{100 - \% \text{ de humedad que entra}} = \frac{65 - 5}{35} = 1.71 \frac{\text{Ton H}_2\text{O}}{\text{Ton papel}}$$

TRANSMISION DE CALOR

Evaporación = 2 lb/plie<sup>2</sup>/hr  
 Consumo de vapor = 1.5 lb/lb de agua  
 Presión de vapor = 15  $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$  (250°F y 950 B.t.u. por libra)  
 Temperatura promedio del papel = 180°F (82° C)

El calor total transmitido es:

$$2 \times 1.5 \times 950 = 2850 \text{ B.t.u./hr/ pie}^2$$

El regimen del flujo de calor es:

$$250 - 180 = 70^\circ\text{F}$$

$$\frac{2850}{70} = 40 \text{ B.t.u./ hr/plie}^2/1^\circ\text{F}$$

Las conductancias unitarias más conocidas ( h ) son:

película de vapor que se condensa	2000
incrustación interior	800
pared metálica de hierro 1 pulgada espesor	340

Con estos valores se sacará el valor del coeficiente exterior combinado del papel hacia el metal.

$$\frac{1}{h_c} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{800} + \frac{1}{340} + \frac{1}{h_c}$$
$$h_c = \frac{1}{0.020} = 50$$

Coefficiente de resistencia de contacto entre el secador y el papel = 0.020

$$\text{Resistencia total} = 0.025$$

Por consiguiente la temperatura que existe entre el cuerpo del secador y el papel es de

$$\frac{70 \times 0.020}{0.025} = 80$$

## CARGA DE EVAPORACION.

Eficiencia de operación 95 % = 23 horas

La cifra de evaporación en lb/hr es muy importante, debido a que con ella podemos llegar a determinar el número de secadores necesarios.

En este caso nos va a servir para comparar el secado producido por los secadores empleados con los que se van a instalar.

$$\begin{array}{l} \text{Producción diaria} \qquad \qquad \qquad 10.2 \quad \frac{\text{Ton}}{\text{día}} \\ 10.2 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} \times 2200 \frac{\text{lb papel}}{\text{Ton}} \times \frac{\text{día}}{23 \text{ hr}} = 975.65 \frac{\text{lb papel}}{\text{hr}} \end{array}$$

La evaporación por libra de papel secado es:

$$\frac{95}{35} = 1 = 1.71 \text{ lb}$$

La evaporación por hora

$$975.65 \times 1.71 = 1668.36 \text{ lb de agua}$$

$$\text{Evaporación por minuto} = 25.16 \text{ lb de agua}$$



## CAPACIDAD DE SECADO

12 Secadores con un diámetro de 48 pulgadas y con papel de 63 pulgadas de ancho.

La superficie total de secado es:

$$12 \times 3.14 \times 4 \times \frac{63}{12} = 791.28 \text{ pie}^2$$

La capacidad de secado por pie<sup>2</sup> es

$$\frac{1668.36}{791.28} = 2.10 \text{ lb/hr/pie}^2$$

Esta cifra es mayor que la supuesta promedio de 2 lb/hr/pie<sup>2</sup>, aunque puede considerarse que la real es - eficiente como se demuestra en la gráfica adjunta.

Para poder aumentar la velocidad a la máquina a 328 pies/min y con un papel cuyo peso sea de 12 lb/1000 pies<sup>2</sup> tendremos:

$$\frac{63}{12} \times 328 \times \frac{12}{1000} = 20.664 \frac{\text{lb}}{1000}$$

La evaporación es :

$$20.664 \times 1.71 = 35.33 \frac{\text{lb de agua}}{\text{min}}$$

La evaporación por hora es: 2130.12 lb de agua

La capacidad de secado es:

$$2120.12 - 791.3 = 2.67 \text{ lb/hr/pie}^2$$

La carga de evaporación con una producción diaria estimada de 18 Ton/día es:

$$18 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} \times 2200 \frac{\text{lb}}{\text{Ton}} - 23 = 1721.74 \frac{\text{lb de papel}}{\text{hr}}$$

La evaporación por hora es: 2676.49 lb de agua

La superficie total de secado estimada es :

26 secadores de 4 pies de diámetro y con un papel de 63 pulgadas de ancho.

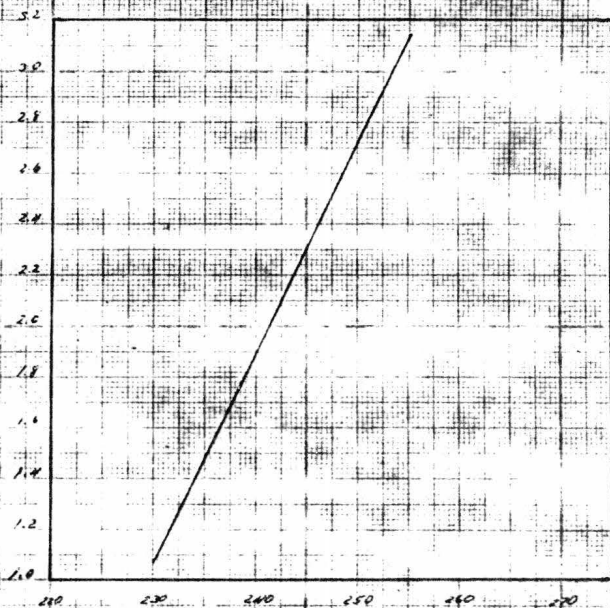
$$26 \times 3.14 \times 4 \times \frac{63}{12} = 1714.44 \text{ pie}^2$$

La capacidad de secado por pie<sup>2</sup> será:

$$\frac{2676.49}{1714.44} = 1.56 \text{ lb/hr/pie}^2$$

Este resultado se puede considerar bueno si tomamos en cuenta la gráfica adjunta.

EVAPORACION, LIBRAS POR HORA POR P.F. CUADRADO



TEMPERATURA DE VAPOR, GRADOS FAHRENHEIT

## CONCLUSIONES

Después de haber realizado el estudio de la máquina en las condiciones actuales, se llegó a las siguientes conclusiones:

1° La transmisión, se encuentra un poco corta - para poder doblar la capacidad de la máquina, por consiguiente se recomienda cambiar el motor por otro de un -- caballaje mayor, en este caso uno de 150 H P.

2° Por otra parte, la sección húmeda se encuentra en condiciones de aumentar la capacidad hasta el doble si se desea, y

3° La nueva sección de secado queda con una capacidad mucho mayor, para poder duplicar su producción en - el momento en que se necesite.

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

1.- CASEY J. P.

PULP AND PAPER.- Chemistry and Chemical Technology

2a. Edición Vol. II Fabricación de Papel.

Interscience Pub. Inc. New York 1965

2.- C. EARL LIBBY

CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL

Tomo II: Papel

Compañía Editorial Continental, S. A.

México 1969

3.- FOUST ALAN S.

PRINCIPLES OF UNIT OPERATIONS

John Wiley & Sons, Inc.

Toppan Company, LTD., Tokyo,

Japan 1960

4.- MACDONALD RONALD G.

PULP AND PAPER MANUFACTURE

2a. Edición Vol. III Papermaking and Paperboard Making

McGraw-Hill Book Company

U. S. A. 1970

REVISTAS Y PUBLICACIONES

MEMORIA ESTADISTICA.

Cámara Nacional de las Industrias del Papel

México 1974

A. T. C. P.

Vol IV Núm. 2

Marzo-Abril 1964

A. T. C. P.

Vol XIII Núm. 5

Septiembre-Octubre 1973.