



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

---

**ESTUDIO PARA LA PRODUCCION DE PAPEL HECHO  
A MANO EN LA REPUBLICA MEXICANA**

153

**TESIS**

*QUE PARA OBTENER EL TITULO DE*

**INGENIERO QUIMICO**

*PRESENTA*

**IGNACIO HIDALGO CORRAL**

**México, D. F.**

**1974**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

NO. Tesis  
DE 1974  
ECHA  
REG. Mit ~~150~~ ~~1508~~ ~~1500~~

~~1508~~ 146



QUIMICA

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE	ING. ADALBERTO TIRADO ARROYAVE.
VOCAL	ING. PABLO ALDRETT CRUZ.
SECRETARIO	ING. JORGE A. CASTANARES ALCALA.
1er. SUPLENTE	ING. MARIO RAMIREZ OTERO.
2do. SUPLENTE	ING. RAMON ARNAUD HUERTA.

SITIO EN DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LABORATORIOS NACIONALES DE FOMENTO INDUSTRIAL

( LANFI ) AV. INDUSTRIA MILITAR 261

SUSTENTANTE:	<u>IGNACIO HIDALGO CORRAL.</u>
ASESOR DEL TEMA:	<u>ING. PABLO ALDRETT CRUZ.</u>

A los Sres. Ings.

PABLO ALDRETT CRUZ.

RAFAEL ROJAS G.

JORGE A. CASTANARES A.

*Agradeciéndoles toda su  
colaboración y valiosa  
ayuda para la realiza\_  
ción de este trabajo.*

*A mis amigos y compañeros.*

A mi madre: AURORA C. DE HIDALGO.

Ejemplo vivo de abnegación  
y dedicación para sus hijos.

A mis hermanos: VICKY Y RAUL

Con todo mi cariño para: TERE.

A los Sres.

IGNACIO R. CAMPOS.

MANUEL P. CARRANCO.

# I N D I C E

	<i>Página</i>
CAPITULO I <i>Introducción y objetivo del trabajo.</i>	1
CAPITULO II <i>El Papel a Través del Tiempo.</i>	3
CAPITULO III <i>Estado Actual del Mercado.</i>	7
CAPITULO IV <i>Descripción del Proceso de Fabricación.</i>	12
CAPITULO V <i>Parte Experimental.</i>	20
CAPITULO VI <i>Costos de Producción.</i>	28
CAPITULO VII <i>Conclusiones y Recomendaciones.</i>	35
<i>Bibliografía.</i>	36



C A P I T U L O I

INTRODUCCION Y OBJETO

DEL TRABAJO

La industria papelera en México es casi autosuficiente a excepción del papel de diario que por lo alto de las inversiones que se requieren no ha sido posible establecer su producción en el país.

Sin embargo dentro del consenso estadístico no se considera en los datos de producción, la fabricación del "Papel Hecho a Mano"; quizá se deba éste fenómeno a que dicha manufactura corresponde en gran parte al renglón de artesanías. A mayor abundamiento es lógico preguntarse porque países muy avanzados poseen fábricas de Papel Hecho a Mano (Inglaterra, Japón, Holanda, Francia.)

Hay varias respuestas a la interrogante anterior si consideramos que en unos casos, la manufactura de dichos papeles se lleva a cabo por razones de tradición, y en otros por razones suntuarias, ó por proporcionar mayor ocupación, amén de obtener un mayor valor agregado en el producto final.

En el caso de México, país que atravieza por una etapa de crisis que se manifiesta en un alto índice de desempleo, el establecimiento de industrias artesanales puede contribuir con poca inversión a la apertura de nuevas fuentes de trabajo.

Un estudio enfocado al establecimiento de

una planta " prototipo " de Papel Hecho a Mano, es el ob\_ \_  
jeto del presente trabajo. Se pretende que con estos da \_ \_  
tos puedan reproducirse otras unidades en diferentes re \_ \_  
giones del país.

C A P I T U L O    I I

EL PAPEL A TRAVES DEL TIEMPO

*Primera Epoca.*

*Tiempos Modernos.*

## EL PAPEL A TRAVES DEL TIEMPO

### Primera Epoca:

En el medio cultural de China, se utilizaron tablillas de madera en las que inicialmente y por medio de algún objeto puntiagudo se grabaron los signos de la escritura; posteriormente se recurrió al bejuco, después, a través de los siglos y hasta la invención del papel, se utilizó la seda.

Hubo otros materiales que durante muchos siglos y en ocasiones hasta el presente, han retenido su forma original: el Papiro y el Pergamino.

Del Papiro nuestro papel recibió su nombre. Fue elaborado por los Egipcios en el año 350 a.c. después se introdujo a Grecia; del tallo triangular de la planta, se eliminaba la cutícula y se formaban tiras bastante grandes, se colocaba una sobre la otra y estas 2 capas entretejidas formaban la hoja, la savia que brotaba servía de adhesivo, finalmente se pulía la superficie con marfil.

La invención del Pergamino se originó debido a la escasez del Papiro; inicialmente se obtenía de las pieles de los animales empleando la greda ( una especie de arcilla que limpia ), a fin de impartirles una su

perficie adecuada para escribir. A pesar de haber resultado un material muy costoso, su uso se extendió por toda Europa.

Sin embargo, se considera a China como la cuna de la fabricación del papel.

Refiere una crónica que cada año se le rendía tributo en la provincia de Honan al señor Ts'ai Lun, al que se le atribuye la invención del papel en el año 105 a.c. A raíz de esto se le nombró Marqués y Consejero de la corte. Este descubrimiento consistió en el empleo de materiales fibrosos como el Lino, Bambú, la corteza liberiana y otros reducidos a pulpa utilizó para elaborar papel.

Para suavizar las fibras las colocaba en lodo y agua durante 2 semanas, después separaba las fibras por un machacamiento en un mortero de piedra. El proceso de recombinar las fibrillas para formar la hoja es esencialmente el mismo que aún hoy en día se practica en la manufactura del "Papel Hecho a Mano"; ó sea, las fibras se mantienen en una solución acuosa en la cual se introduce un marco provisto de un tejido de Bambú ó de algún otro material que permite el drenado del agua, pero reteniendo las fibras. La hoja así formada se seca al sol. Los secretos de la elaboración del papel se fueron

extendiendo y no fue sino hasta el año de 1150 cuando se fabricó el papel por primera vez en Europa ( Xátiva, España ). El primer molino se instala en Alemania en el año de 1336 y al finalizar el siglo XIV la industria ya se había cimentado.

En México se empleaba el papel extensamente en muchas de las ceremonias con carácter religioso, se confeccionaron libros o manuscritos donde se registraban los acontecimientos cronológicos, astrológicos, religiosos, fiscales y todo aquello de importancia histórica.

Los antiguos mexicanos utilizaron diversas fibras como el Amatl ( corteza interior de los árboles ), Amaquahuitl del Metl ( maguey ) y daban a las hojas cierto acabado dándoles un alisado con un artefacto de barro, o aplicando alguna capa mineral o lustre blanco ( Carbonato de Calcio ).

#### Tiempos Modernos:

La necesidad de producir papel en mayores cantidades colocó a esta industria ante el problema de obtener abundante materia prima, ya que entonces los desperdicios textiles y de trapos no fueron suficientes; y así investigando Koops logra obtener pulpa a partir de la paja, Keller concibe la idea de desfibrar mecánicamente la

madera, que más tarde desarrolló Volte. También mediante procesos químicos se logran separar las ligninas.

Mitscherlich produjo por primera vez la celulosa al Sulfito ( ácido ), Dahl patentó el proceso al Sulfato ( alcalino ) que es actualmente conocido como el Kraft.

Al describir brevemente el camino que tomó la manufactura del papel en diferentes partes del mundo y desde tiempos remotos hasta el presente, se ve claramente que el principio en que se basa la elaboración del papel no ha cambiado prácticamente.



C A P I T U L O    I I I

ESTADO ACTUAL DEL MERCADO

Desde luego es inconcuso que cualquier proyecto industrial tiene que estar respaldado por un estudio serio de mercado.

Sin embargo se consideró indispensable llevar a cabo un análisis somero de la producción del papel fabricado a Mano. Así como de las importaciones de algunos países. El objetivo fue establecer indicadores básicos que posteriormente sirvieran para elaborar un estudio de mercado apropiado.

Se llevaron a cabo auscultaciones directas en las Embajadas de diferentes países, con resultados negativos.

Los datos presentados en la siguiente tabla, son de reciente literatura, a su vez no es muy completa debido a que fue obtenida de diferentes comisionados de dichos países. Es notorio que en el Japón se ha incrementado su producción debido a su tecnología.

PRODUCCION DE PAPEL HECHO A MANO EN LA ULTIMA DECADA

<u>País</u>	<u>Fábrica</u>	<u>Producción</u>
Canadá	Papeterie Saint-Giles Quebec	300 hojas por día.
India	producción 225 unida_ des 7,000 empleados ( 1964 )	2,000 toneladas anuales.
Japón	208 unidades ( 1963 )	3.09 millones de Yens.
Nepal	Tiene cerca de 200 fábricas.	
Austria	1	
Checoslovaquia	1	
Italia	1	
Suiza	1	
Inglaterra	1	

J.N. Poyser. Julio 1972.

Pulp and Paper Institute of Canadá.

Papel ó cartón obtenido hoja a hoja ( papel fabricado a mano ). Datos obtenidos de la S. I. C.

Las cuotas Ad valoren son de 15%.

1968	Kg. Legales	Valor \$
Estados Unidos	1,685	31,791
Francia	874	4,555
Reino Unido	856	13,532
Suiza	25,011	387,953
	<hr/> 28,426	<hr/> \$ 437,831
1969		
Estados Unidos	28,478	510,053
España	36	125
Suiza	22,006	395,968
	<hr/> 50,520	<hr/> \$ 906,146
1970		
Estados Unidos	284,361	3,075,698
Francia	15,023	131,666
Suiza	27,883	507,115
	<hr/> 327,267	<hr/> \$ 3,714,479
1971		
Estados Unidos	101,886	1,696,405
Italia	5,108	98,087
Suiza	7,475	163,652
	<hr/> 114,469	<hr/> \$ 1,958,144
1972		
Estados Unidos	21,741	110,838
Suiza	21,224	354,951
	<hr/> 42,965	<hr/> \$ 465,789

Papel ó cartón obtenidos hoja a hoja ( papel fabricado a mano ). Datos obtenidos de la S. I. C.

Sus cuotas están derogadas.

1968	Kg. Legales	Valor \$
Estados Unidos	692	14,365
Rep. Fed. Alemana	3,591	25,402
Reino Unido	38	1,035
	<u>4,321</u>	<u>\$ 40,802</u>

1969		
Estados Unidos	392,391	1,252,652
Reino Unido	15	1,846
Japón	168	16,744
	<u>392,574</u>	<u>\$ 1,271,242</u>

1970		
Francia	457	13,601
Italia	278	6,572
Japón	96	7,533
Reino Unido	16	1,083
	<u>847</u>	<u>\$ 28,789</u>

1971		
Estados Unidos	108	5,222
Reino Unido	446	16,527
	<u>554</u>	<u>\$ 21,749</u>

1972		
Estados Unidos	68	1,630
Italia	1,697	21,092
Reino Unido	48	1,392
	<u>1,813</u>	<u>\$ 24,114</u>

Los valores anteriormente enlistados, \_  
proporcionados por la S. I. C., aparentemente no son \_  
referidos exclusivamente a papeles del tipo " Hecho a \_  
Mano ", ya que muchos productos de importación están \_  
bajo la misma fracción arancelaria falseando todos los \_  
datos que se pueden obtener.

C A P I T U L O    I V

DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION

### Descripción del Proceso de Fabricación

El proceso de producción de Papel Hecho a Mano se basa fundamentalmente en los mismos principios, y se emplea prácticamente el mismo equipo en los diferentes países productores.

Sin embargo existen algunas diferencias o alternativas en 2 partes del proceso:

En el formado de las hojas.

En el acabado del papel.

Para entender el proceso se ha considerado conveniente incluir el diagrama de flujo, e indicar las alternativas mencionadas al respecto, describiéndose todas las operaciones inherentes.

Se puede considerar que todos los procesos se resumen en las 3 variantes planteadas en los cuadros 1, 2 y 3.

El proceso " I " contempla recolectar la materia prima vegetal, limpiarla de agentes extraños, lo cual se hace por regla general manualmente. El siguiente paso consiste en una fraccionación de la materia prima.

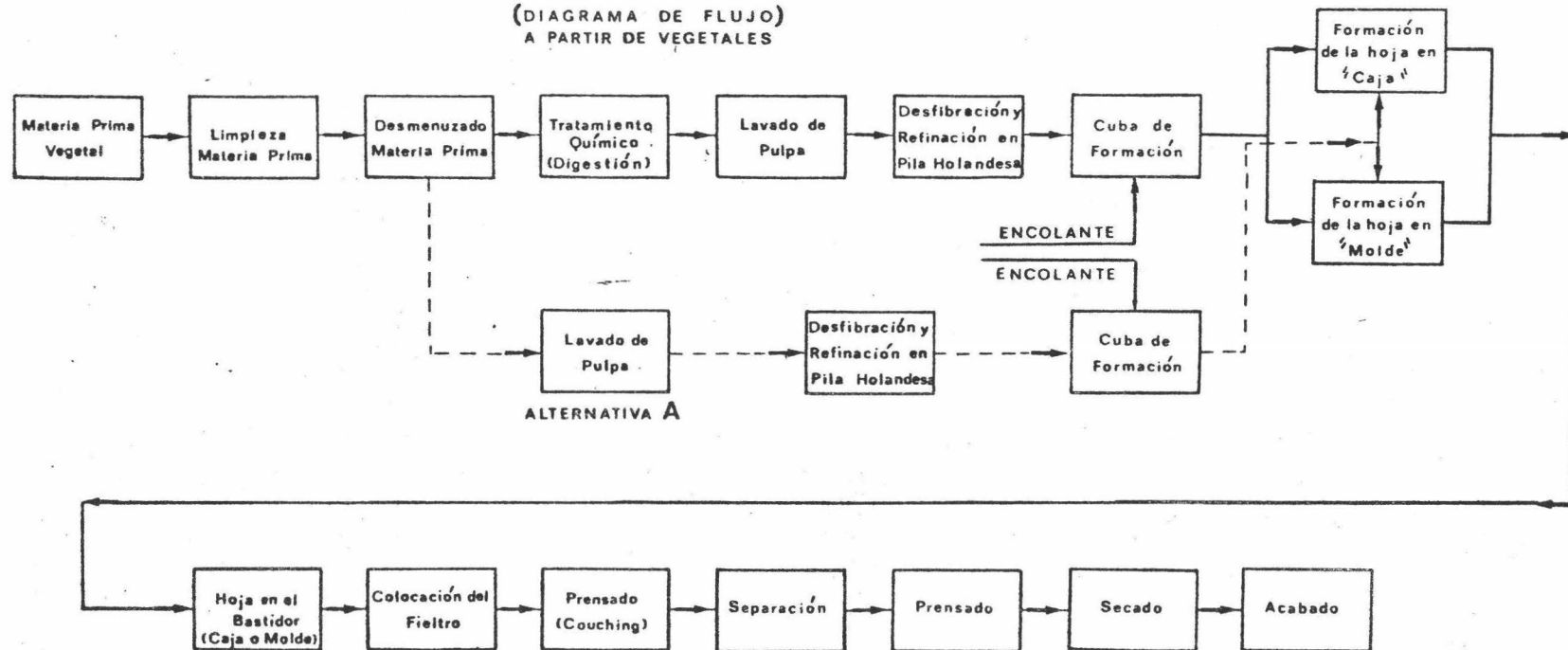
En el paso anterior se puede presentar una alternativa que consiste en lavar la pulpa ya desmenuzada y desfibrarla en pilas de desfibración ( v. cuadro 1 ).



( PROCESO 1 )

PROCESO DE PAPEL HECHO A MANO

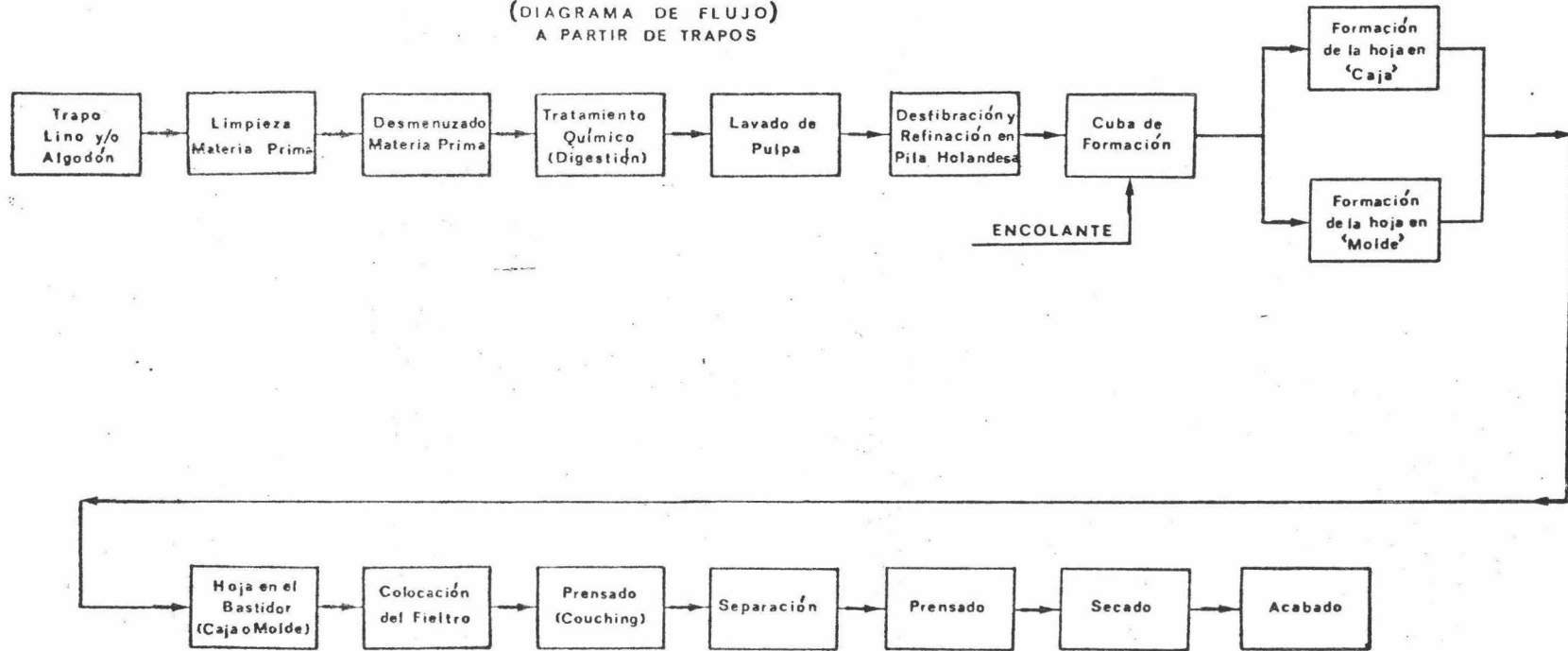
(DIAGRAMA DE FLUJO)  
A PARTIR DE VEGETALES



CUADRO 1

( PROCESO 2 )

PROCESO DE PAPEL HECHO A MANO  
(DIAGRAMA DE FLUJO)  
A PARTIR DE TRAPOS

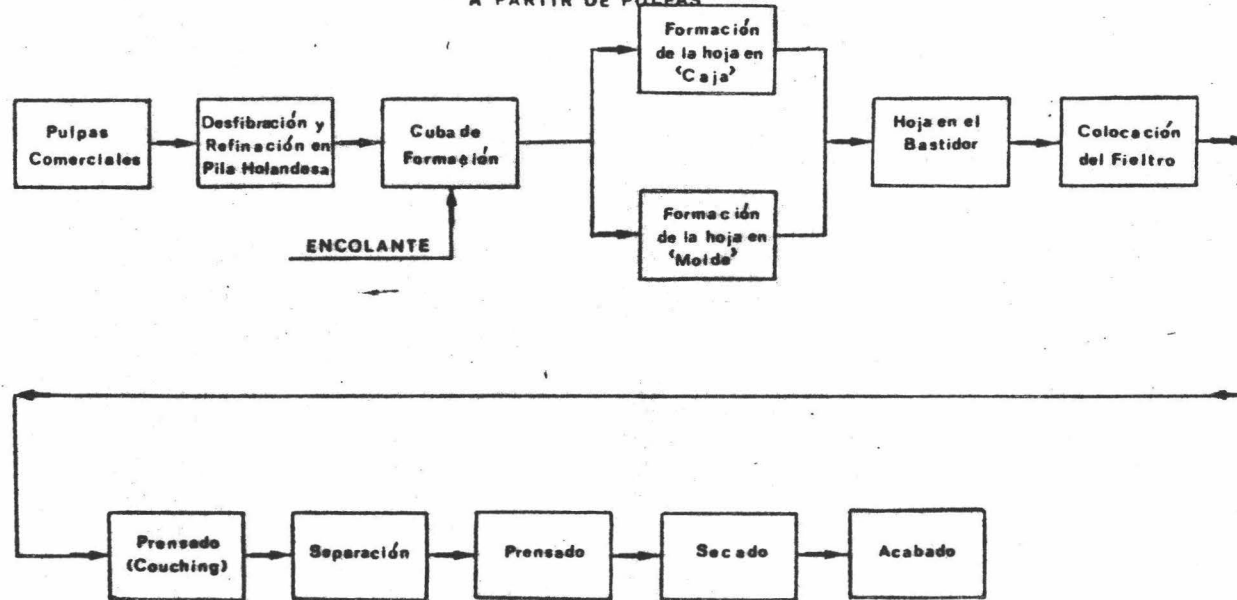


CUADRO 2

( PROCESO 3 )

PROCESO DE PAPEL HECHO A MANO A PARTIR DE PULPAS

(DIAGRAMA DE FLUJO)



CUADRO 3

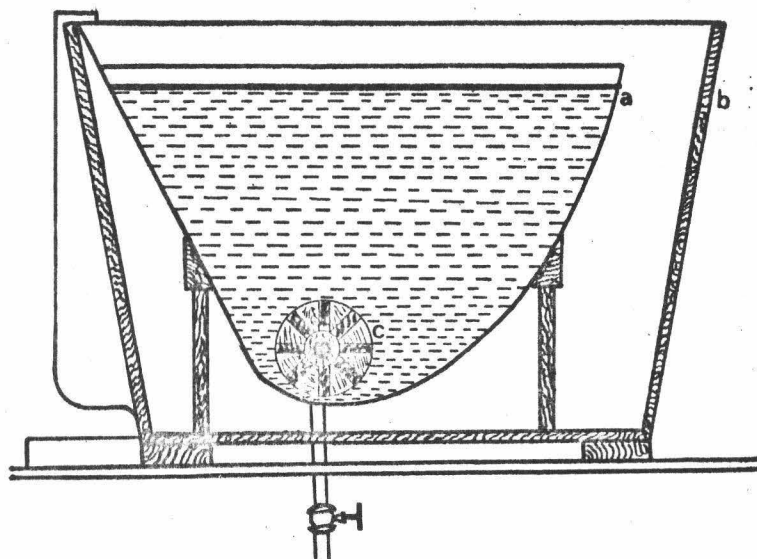
Siguiendo con la línea más complicada, se aprecia que la materia prima desmenuzada se trata en una autoclave empleando generalmente un licor a base de Sosa. En otras ocasiones no se emplea autoclave sino que la digestión se efectúa en vasija abierta pero empleando más tiempo.

La cantidad de Sosa empleada oscila entre 10 y 30% de NaOH / materia prima.

El siguiente paso consiste en lavar y posteriormente desfibrar la pulpa, la cual se envía a la llamada Cuba de Formación que es un recipiente de sección cuyo perfil de la sección transversal es similar a una guadaña, y está provista de una flecha horizontal y con agitadores axiales ( v. fig. I ).

En este punto se adiciona el encolante, cuya función es disminuir la absorción a la tinta y dispersión de la misma en la superficie del papel; se pueden utilizar los encolantes convencionales, tales como el jabón de brea, que requieren posteriormente la adición de Sulfato de Aluminio hasta un ajuste de 4.5 - 5 de pH, con lo que se logra una precipitación de la brea sobre las fibras. En algunos casos se adicionan pigmentos como cargas.

CUBA DE FORMACION



a, Tanque de Cobre; b, Tanque de Madera;

c, Agitador.

FIG. I

Propiamente en este punto es donde termina la elaboración de pulpa, ó pasta pasándose a la formación de la hoja; en esta operación existen dos sistemas:

El de Caja.

El de Molde.

#### Método de Caja:

Este método evita la necesidad de un adiestramiento muy especial en el " Levantado " del papel y así abre el camino para la producción de papel en pequeña escala en cualquier área ó país sin mayor especialización.

Como su nombre lo sugiere el equipo es una " Caja " cuyo tamaño dependerá del requerido por la hoja que se quiera hacer, ya que es muy pequeño el espacio que ocupa.

En el interior de la caja y cerca del tope posee unos soportes, la caja debe de ser hermética ( bien cerrada ) y debe contar además con un descanso para el molde. ( v. fig. II ).

#### Etapas en la Formación de la Hoja.

En el sistema Caja

- 1.- Llenar la caja con pasta.
- 2.- Colocar el molde.

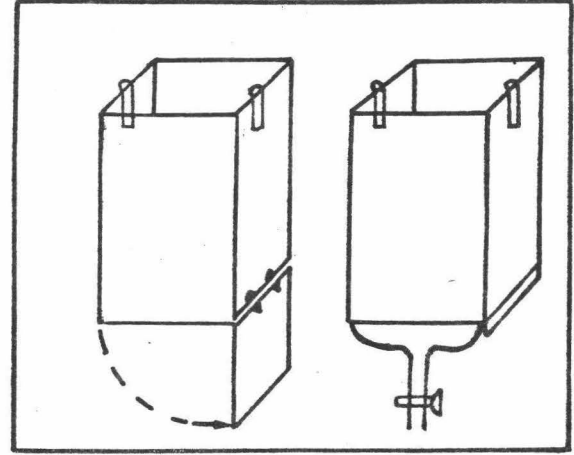
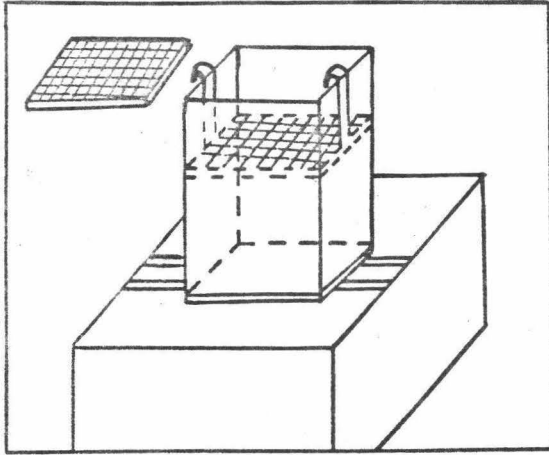


FIG. II FORMADORES DE CAJA

- 3.- Verter una cierta cantidad de pulpa sobre el molde.
- 4.- Permitir el asentamiento de la pulpa hacia el fondo con gran cuidado, sin sacudidas; el agua es posteriormente desalojada creando un vacío con el fin de succionar toda el agua del tamizado.
- 5.- Alzar el molde y " Levantar " la hoja.

Es importante tener en cuenta diversos puntos para una mejor operación de la caja.

- a.- Que la proporción de agua en suspensión y la cantidad total de ésta dentro del molde sea constante.
- b.- Debe haber una cantidad de suspensión necesaria debajo de la malla para asegurar un vacío.

#### Método del Molde:

El operario de la Cuba de Formación introduce el molde ( v. figs. III, IV, V ). en un ángulo apropiado, inmediatamente lo levanta llevando una cantidad de solución en el molde; después como parte del proceso se le imprime al molde una serie de sacudidas en cuatro direcciones horizontales ( izquierda, derecha, hacia adelan



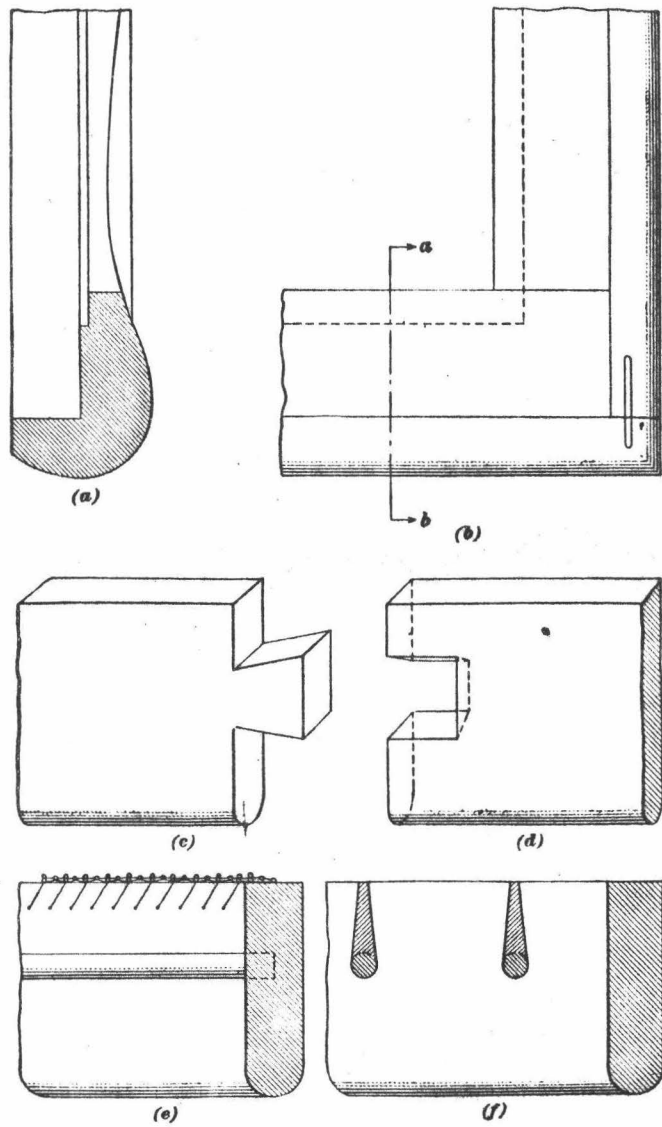
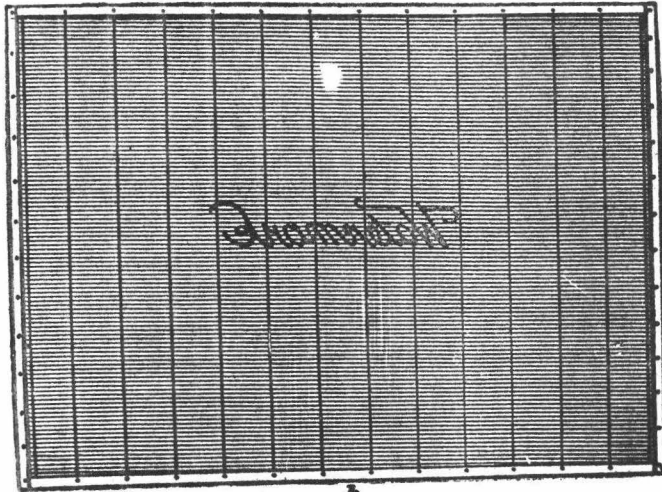


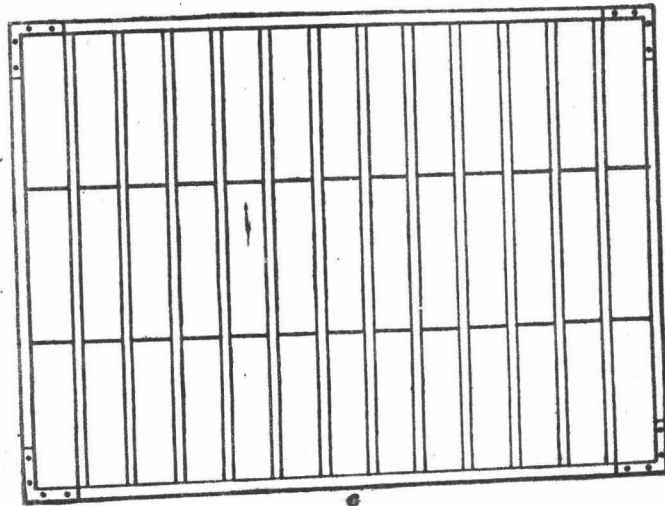
FIG. III DIFERENTES ASPECTOS DE LA CONSTRUCCION  
DEL MOLDE PARA PAPEL HECHO A MANO



a



b



c

FIG. IV ARMAZON Y CUBIERTA DEL MOLDE

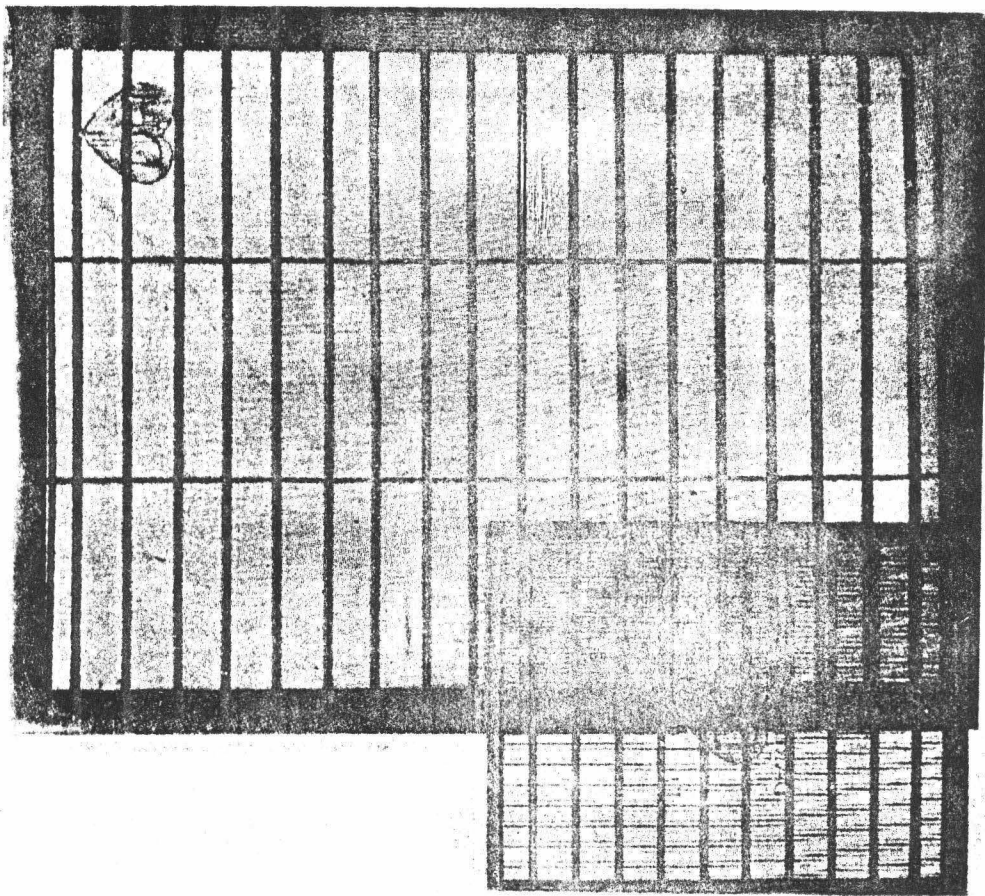


FIG. IV VISTA DE LA SUPERFICIE DEL MOLDE Y  
DEL BASTIDOR RECTANGULAR

te y hacia atrás ), esto es con objeto de que haya una me  
jor sedimentación de las fibras y una mejor formación.

Esta operación lleva solamente unos pocos segundos, si no está bien realizada se obtendrá una hoja gruesa ó delgada y no uniforme según sea la inclinación del molde.

Según los textos un operador requiere de .  
5 a 10 años para dominar y conocer a fondo el ser " maes\_  
tro " en el " golpeo "; esto no es rigurosamente exacto y solo tiene un valor histórico, la experiencia del autor de este trabajo demuestra que en seis meses se puede lle\_  
gar a entrenar a personas que a su vez puedan producir un número de hojas que permita una buena rentabilidad.

En seguida se describirá la forma de despepe  
gar la hoja de la malla, tanto la formada en el método de caja, como la fabricada en el método de molde, ya que en ambos el procedimiento es el mismo pues la caja contiene una malla construída a semejanza de bastidor como el em\_  
pleado en el método de molde.

La hoja húmeda debe retirarse del bastidor lo más pronto posible para ser utilizado en la formación de una nueva hoja, esto se efectúa colocando un fieltro \_  
sobre la hoja húmeda y aplicando presión con un rodillo

( a ésta operación se le llama " Couching " en inglés ); en seguida se voltean el fieltro y el bastidor sobre una mesa, quedando adherida la hoja sobre el fieltro y disponible el bastidor para otra operación.

Cabe hacer hincapié en el hecho de que el tipo de fieltro empleado es de características especiales es muy " cerrado " y para poder tener una idea comparativa debemos decir que su tejido es más compacto que cualquier fieltro de una máquina de papel, ya que en el caso de Papel Hecho a Mano el fieltro lleva una doble función: la de adhesor y la propia del fieltro húmedo.

Normalmente se utilizan fieltros de lana, pero dicho material debe ser escogido para reunir las siguientes características:

Que la fibra sea uniforme.

Que el tejido sea dimensionalmente estable.

Que el material presente cierta elasticidad.

Las hojas en el fieltro todavía poseen una cierta cantidad de agua de la cual es posible eliminar un porcentaje por medio de un prensado; esto se logra haciendo un apilamiento de los fieltros con las hojas ( a estos apilamientos se les llama " Posts " ), y se prensan, ya sea en prensas de tornillo ó palanca ( v. fig. VI ).

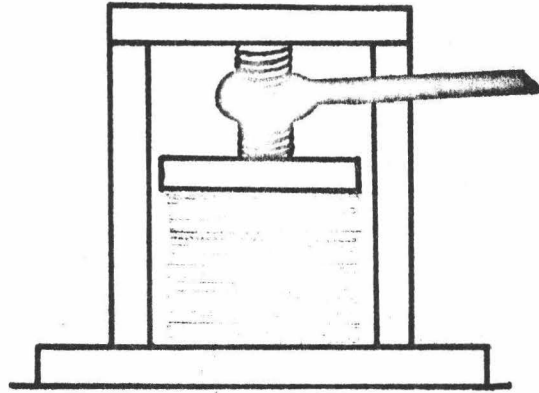


FIG.VI PRENSA DE TORNILLO

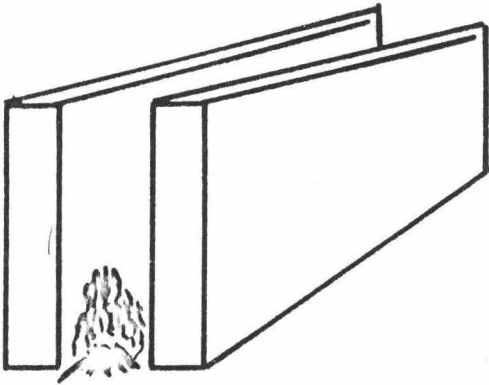


FIG.VII SECADO DE PARED

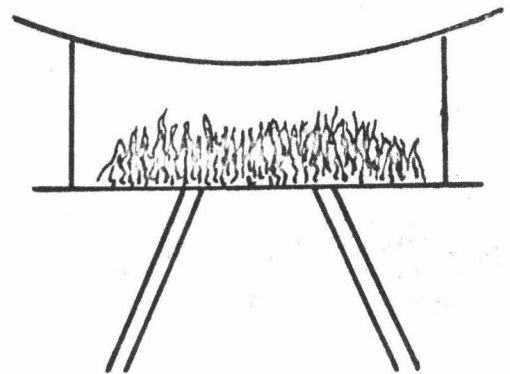


FIG.VIII SECADO POR  
PLANCHAS DE HIERRO

El tiempo de prensado puede durar hasta 24 horas aunque en el presente estudio se demostró prácticamente que el tiempo necesario no fué superior a los 15 minutos.

No se debe comprar un número grande de fieltros; conviene utilizar éstos cuando estén medianamente secos; se recomienda de todas formas efectuar un doble prensado para lograr una hoja tensa.

En estas condiciones las hojas húmedas ya se pueden manejar separadas del fieltro y debe procederse al secado. Se pueden considerar los siguientes métodos de secado:

Por suspensión de las hojas.

Secado de " Pared " ( v. fig. VII ).

Secado en planchas ( v. fig. VIII ).

Secado en Panel ( parecido al secado en planchas pero estas son casi verticales ).

Posteriormente al prensado debe dársele al papel un " Acabado ".

La naturaleza del acabado dado al papel depende del propósito para el que se va a utilizar. Los papeles para acuarela y algunos papeles de dibujo se deben prensar enérgicamente; los papeles de escritura, grabado

e impresión tendrán un alto grado de tamizado.

Las variedades de terminado y textura que se pueden impartir al Papel Hecho a Mano son casi ilimitadas.

Entre los tipos de acabado más usuales se deben tomar el " Lustre " y el decorado.

El " Lustre " se logra por dos métodos:

Por el empleo de un planchado con ágata, piedra o conchas de ostra o por un método menos arduo que requiere el empleo de una calandria.

#### Distribución del Equipo:

Con el objeto de dar una idea aproximada y orientativa, del tipo de fábrica que se recomienda se incluyen las figuras IX, X , XI en las que se aprecian dimensiones reales del equipo y se sugiere una distribución del mismo.



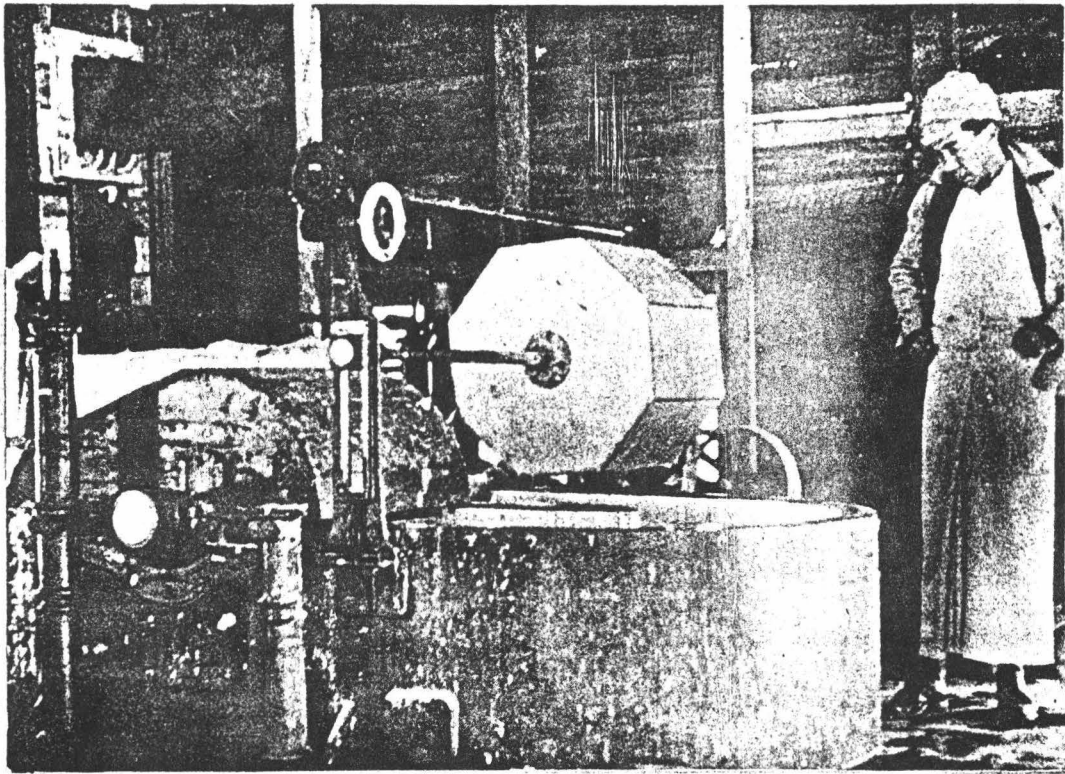


FIG. IX PILA HOLANDESA

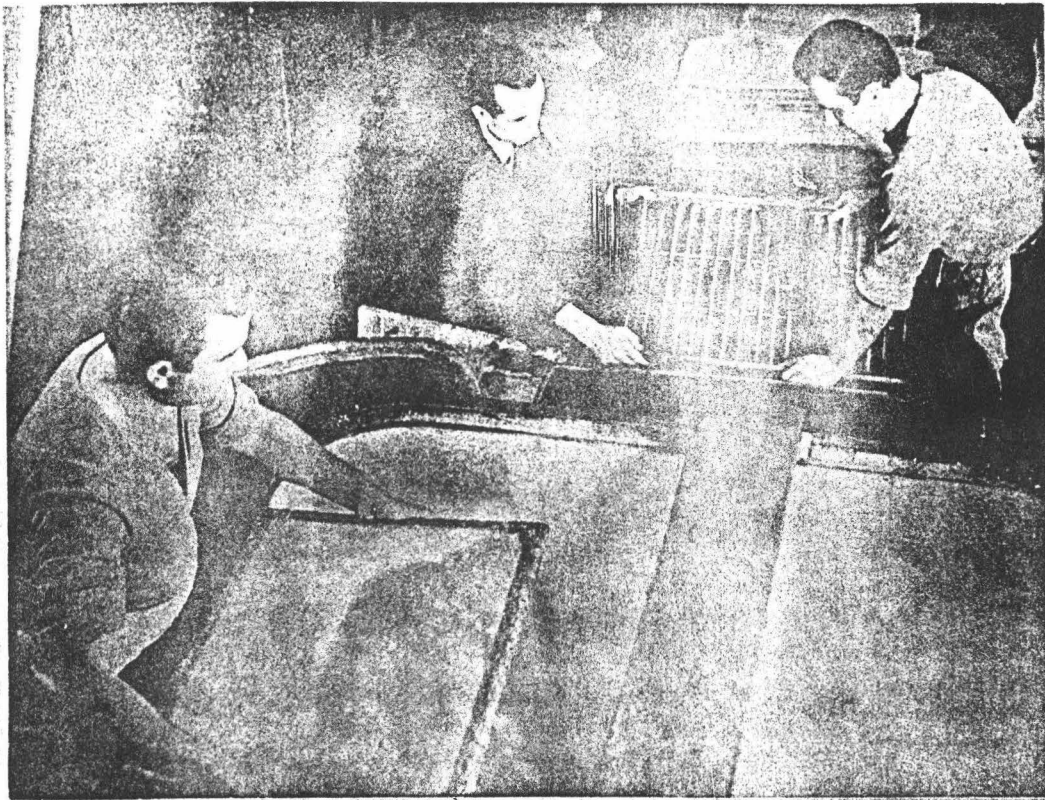


FIG. X VISTA DEL OPERADOR DE LA PILA Y SUS  
AYUDANTES ELABORANDO PAPEL HECHO  
A MANO

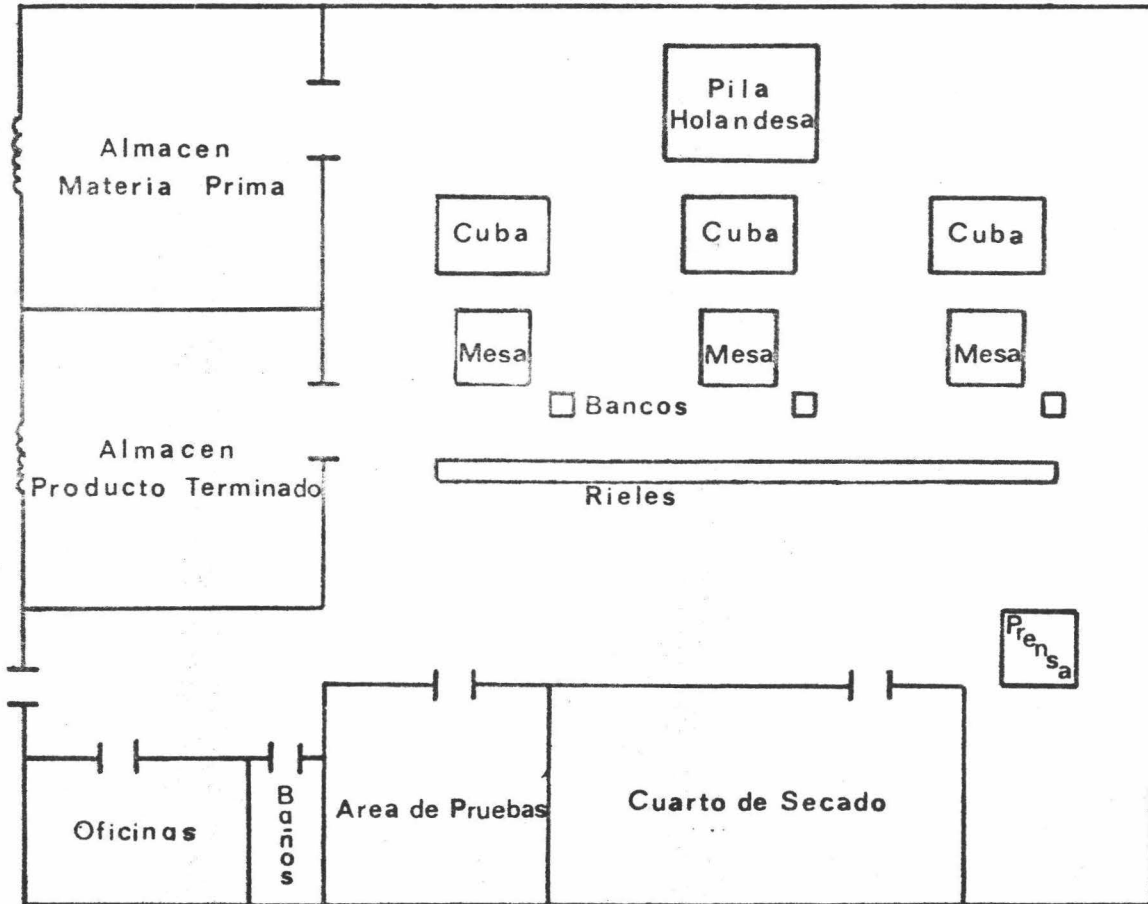


FIG. XI DISTRIBUCION DE LA PLANTA

C A P I T U L O   V

PARTE   EXPERIMENTAL

Como ya se mencionó en el capítulo III; es notable el hecho de que países tecnológicamente subdesarrollados, como son India y Nepal poseen un considerable número de fábricas de Papel Hecho a Mano y por otro lado Japón, país altamente industrializado, también tiene una respetable cantidad de unidades productoras.

La explicación del fenómeno anterior es obvia si se toma en cuenta que Japón produce papeles en los cuales interviene una tecnología muy sofisticada y que los países como Nepal e India, en su casi totalidad fincan la producción en papeles tradicionales.

Basándose en lo anterior y en vista de que el objetivo del presente estudio es el establecer las bases para instalar pequeñas industrias que beneficien a conglomerados marginados, se optó por estudiar los procesos que emplean por un lado trapos y por otro lado pulpas comerciales ( v. cuadros 2 y 3 ).

Fue necesario efectuar experimentaciones con diferentes materiales a fin de poder recabar datos de producción fidedignos.

Materiales:

Equipo:

Pila Valley de 380 g de capacidad.

Moldes Ingleses " Woven Type ".

Tanques con agitador de aspas ( manufactu\_   
 ra casera ).

Digestores rotatorios de 30 dm<sup>3</sup>

Difusores de acero inoxidable 40 dm<sup>3</sup>

Molino Bauer de 20.5 ( 8 pulgadas ).

Canadian Standard Freeness.

Equipo de prensado y formación de hojas   
 Standard Tappi.

Fieltros.

Prensa de hojas.

Cuarto de aire acondicionado ( 23° C y   
 50 rH. ).

Equipo de pruebas físicas.

#### Materias Primas:

Se identifican como sigue:

Pulpa de Fibra Larga.

Pulpa de Fibra Corta.

Entre las primeras se utilizaron celulosas   
 de madera, tanto nacionales como importadas. De las segun   
 das se utilizaron pulpas de igual procedencia aunque hubo   
 mayor variedad de materias primas pues se emplearon tam   
 bién pulpas de bagazo de caña.

### Métodos:

Se siguió el método del molde ya descrito en el capítulo IV.

Para las pruebas físicas se siguieron los métodos TAPPI.

### Condiciones Generales de Operación:

El freeness para fibras cortas fue de 400-420 ml

El freeness para fibras largas fue de 300-320 ml

La consistencia se ajustó entre 3.4-3.8g/l

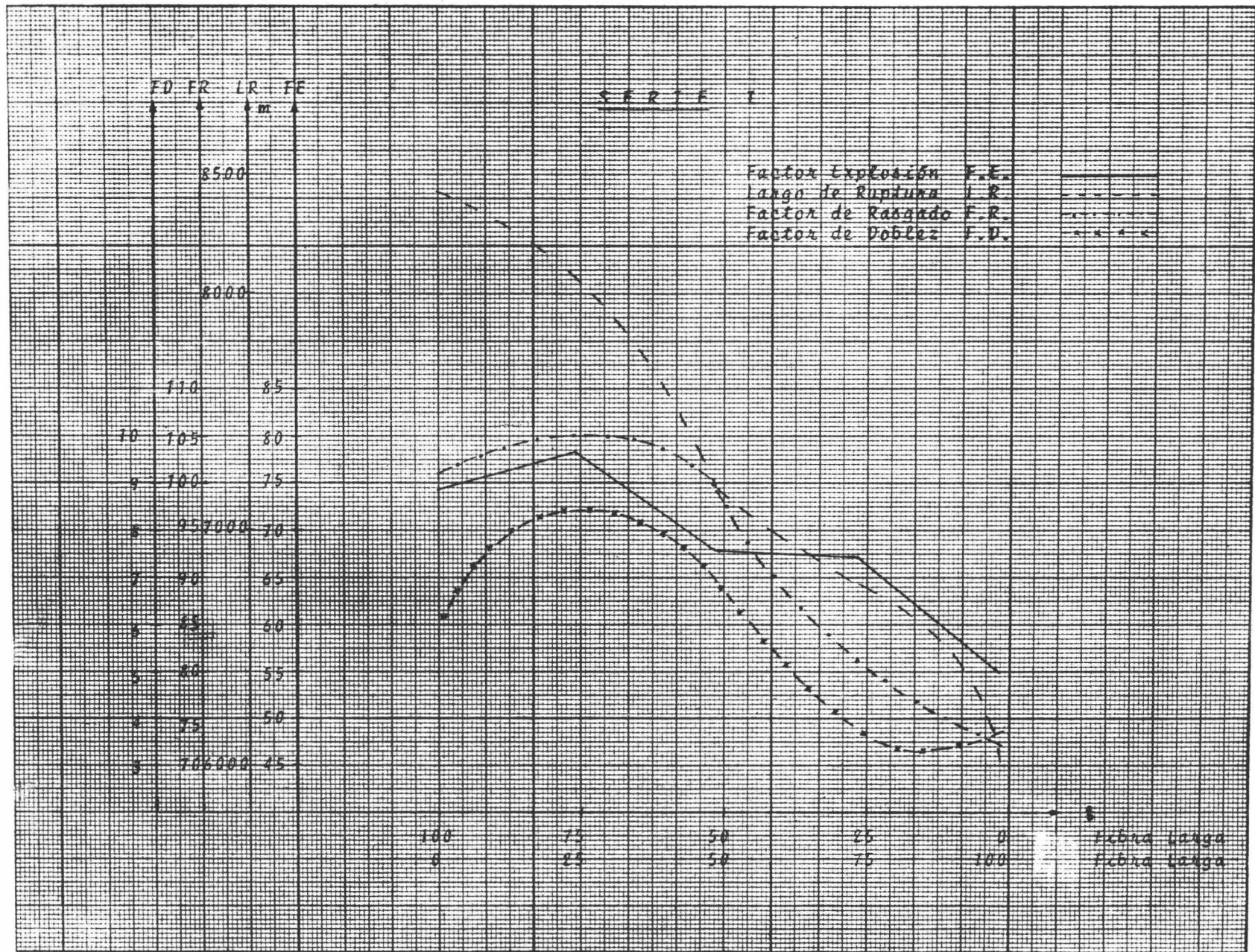
Se agregó Caolín: 5 % sobre pulpa.

Se agregó Encolante: 4 % sobre pulpa.

Se ajustó el pH entre 4.5-5.

Se elaboraron pruebas con mezclas de 25 - 75, 50 - 50, 75 - 25 % de cada una de las fibras mencionadas anteriormente así como pruebas en las que únicamente se empleó 100 % de cada una de las pulpas.

A cada experimentación con los diferentes porcentajes derivados del empleo de las pulpas se le denominó Serie. Los resultados se consignan en las gráficas y tablas que se presenta a continuación.





ED IR LR FC  
m

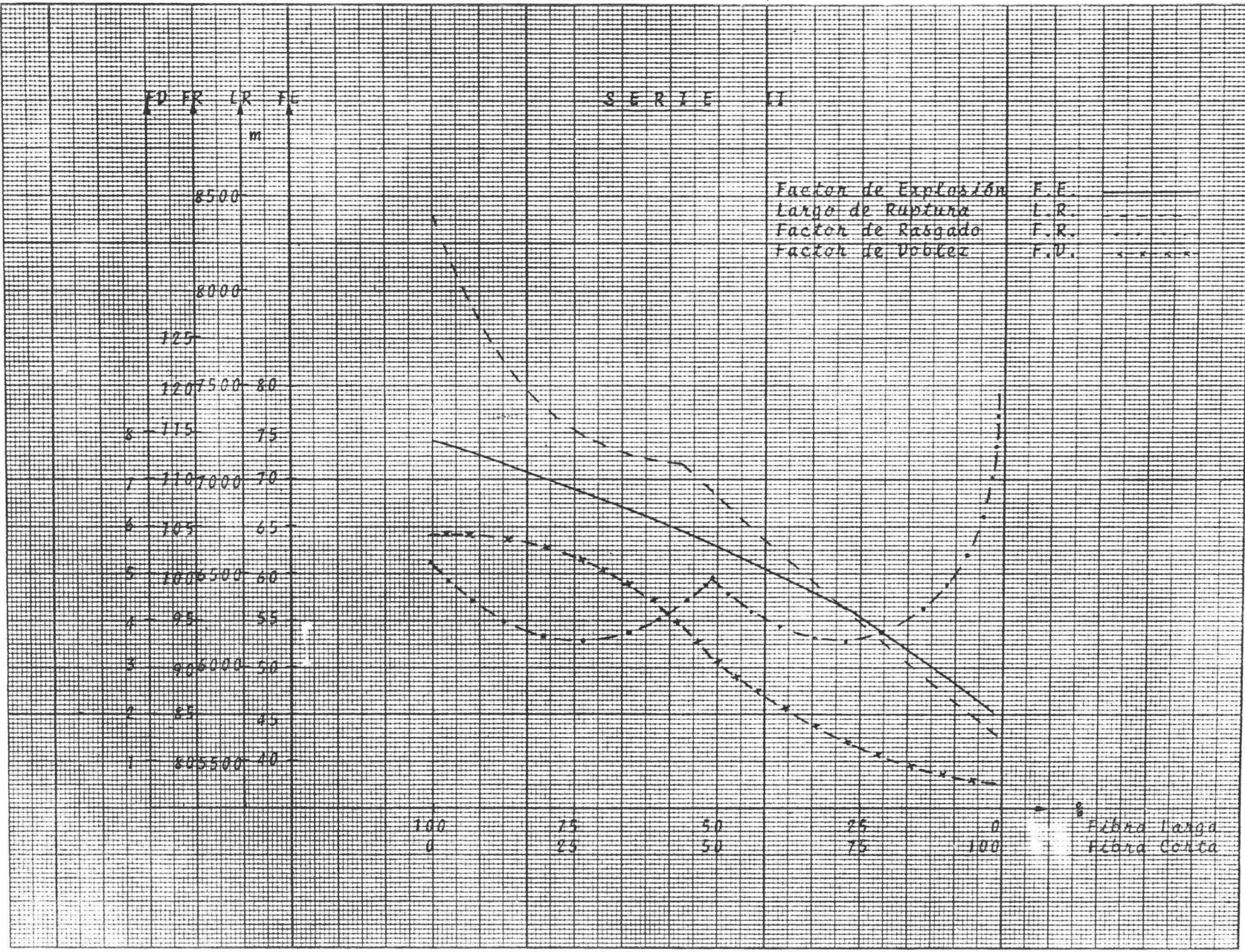
SERIE II

Factor de Explosión F.E.  
 Largo de Ruptura L.R.  
 Factor de Rasgado F.R.  
 Factor de Doblez F.V.

8500  
 8000  
 125  
 1207500 80  
 8 115 75  
 7 1107000 70  
 6 105 65  
 5 1006500 60  
 4 95 55  
 3 906000 50  
 2 85 45  
 1 805500 40

100 75 50 25 0  
 0 25 50 75 100

Fibra Larga  
 Fibra Corta



FD FX LX FL

m

SERIE XII

Factor de Explosión F.E.  
 Largo de Ruptura L.R.  
 Factor de Rasgado F.R.  
 Factor de Doblez F.D.

9	120	80
8	115	75
7	110	70
6	105	65
5	100	60
4	95	55
3	90	50
2	85	45
1	80	40

8500

8000

7500

6500

6000

100  
0

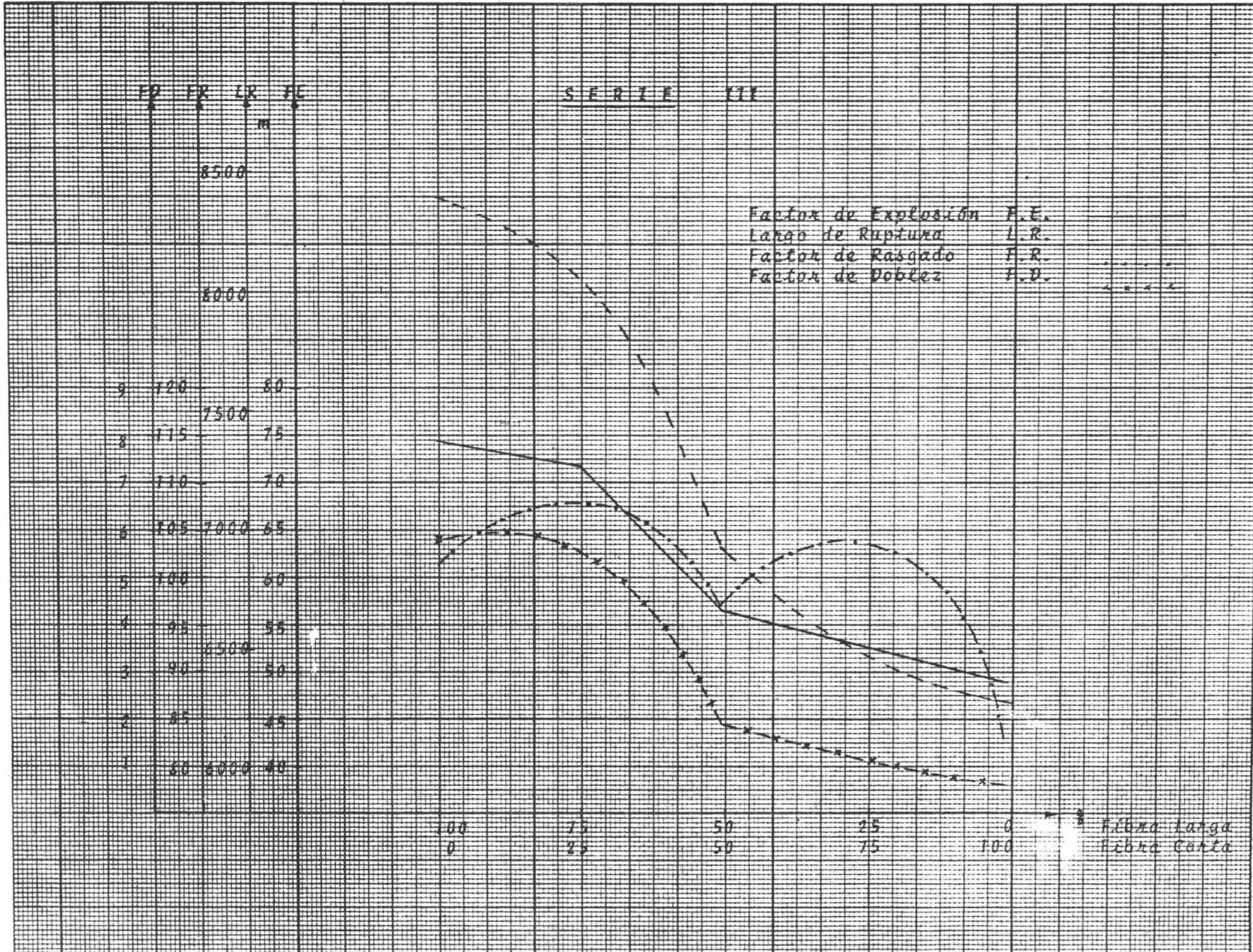
75  
25

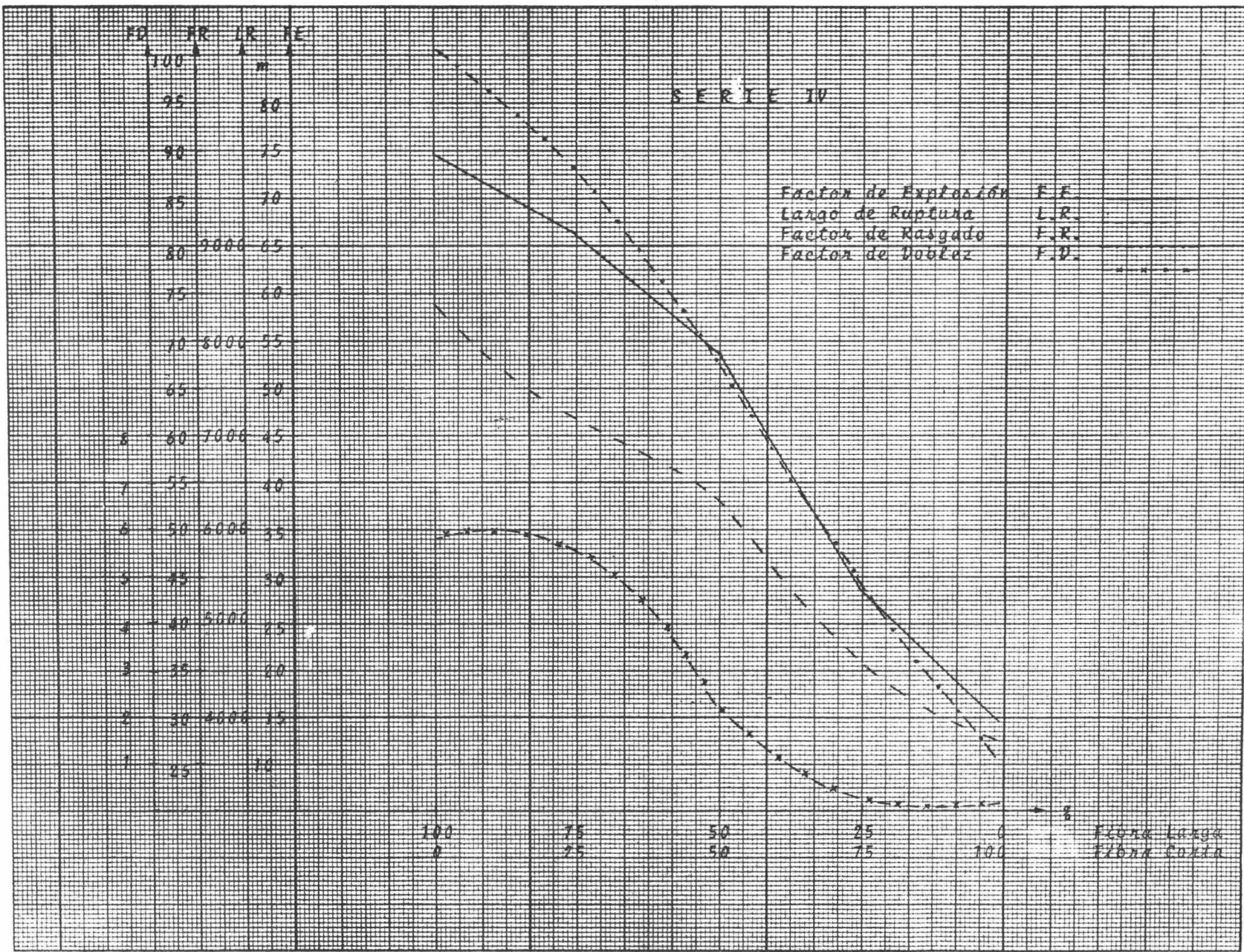
50  
50

25  
75

0  
100

Fibra larga  
Fibra corta

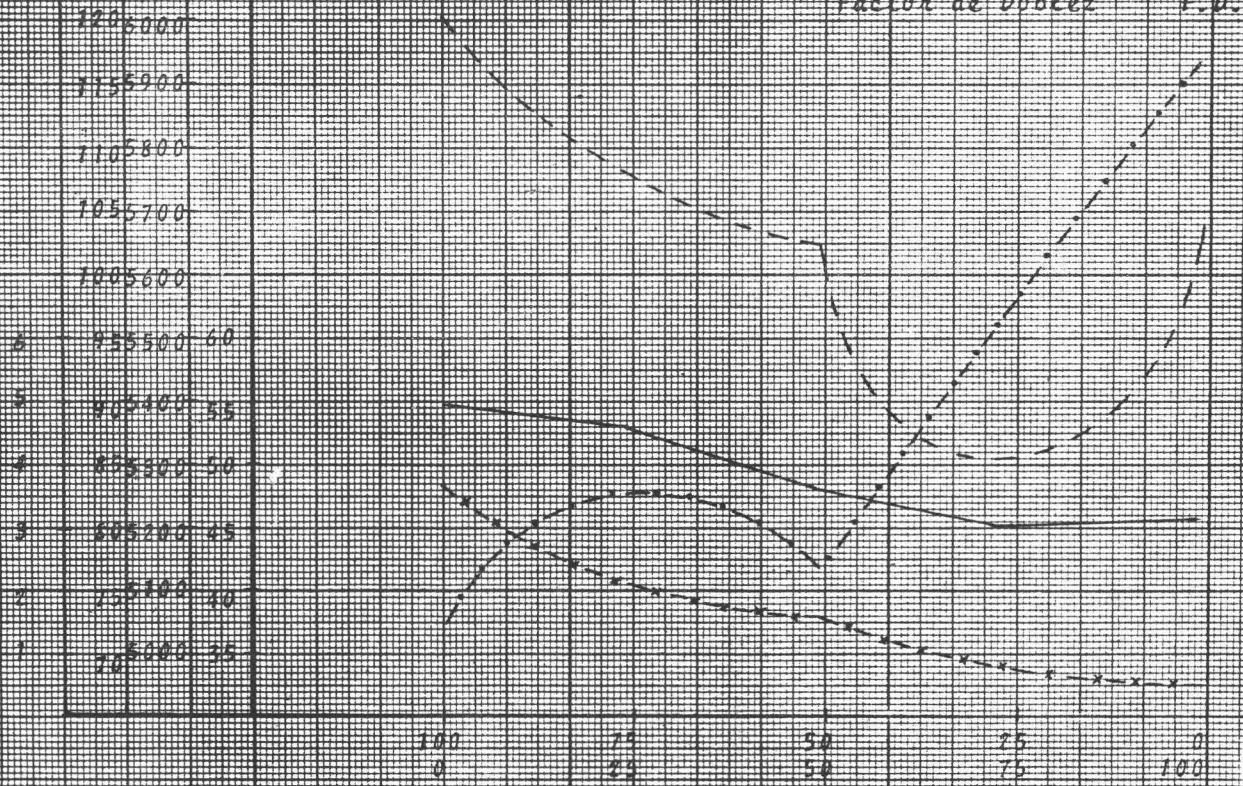




FD FR LR FH  
m

SERIE V

Factor de Explosión F.E.  
 Largo de Ruptura L.R.  
 Factor de Rasgado F.R.  
 Factor de Doblez F.D.



%  
 Fibra Larga  
 Fibra Corta

S E R I E I

Tiempo de Refinación	min	73				49
Canadian Standard Freeness	ml	310	280	310	280	290
Tiempo de Drenado	seg	8.23	10.37	9.54	9.62	14.17
Encogimiento	%	6	6.5	6.5	6	6
Peso Base Seco a la Estufa	g/m <sup>2</sup>	59.74	71.70	63.98	65.43	61.38
Espesor	mm	0.077	0.092	0.082	0.080	0.073
Volumen Específico Aparente	cc/g	1.29	1.286	1.283	1.23	1.18
Peso Específico Aparente	g/cc	0.776	0.777	0.779	0.813	0.847
Resistencia a la Explosión	lb/plg <sup>2</sup>	63.70	79.90	62	63	47.90
Factor de Explosión		74.95	78.33	68.10	67.68	54.86
Resistencia a la Tensión	Kg/15mm	7.55	8.67	6.89	6.76	5.54
Largo de Ruptura	m	8425.3	8061.2	7179.2	6887.6	6017
Elongación	%	1.99	2.31	2.36	2.1	2.07
Resistencia al Rasgado		60.8	75.4	63.65	53.37	44.05
Factor de Rasgado		101.77	105.16	99.48	81.56	72.49
Resistencia al Doblez Dobles Dobleces Köler Molin	700 g	358	609	447	252	228
Factor de Doblez	dd/PBSE	5.99	8.49	6.98	3.84	3.72
Porosidad Gurley Hill	seg/100ml	216.8	2.42	169.8	196	224.8
Opacidad Photovolt	%	69.3	73	71.80	70.7	70.8
Blañcura Photovolt	%	72.2	68.90	73.2	74.20	76.2
Encolado	seg	14.1	58.4	93.76	79.90	62.40
Rugosidad Gurley Hill	seg/100ml	173.33	119.37	89	77.33	68.12

## S E R I E II

Tiempo de Refinación	min	73				35
Canadian Standard Freeness	ml	310	278.33	350	325	433.3
Tiempo de Drenado	seg	8.23	10.59	7.88	8.97	5.71
Encogimiento	%	6	5	5	3.5	3
Peso Base Seco a la Estufa	g/m <sup>2</sup>	59.74	67.97	66.99	70.21	66.17
Espesor	mm	0.077	0.0914	0.0914	0.0957	0.094
Volumen Específico Aparente	cc/g	1.288	1.34	1.36	1.36	1.42
Peso Específico Aparente	g/cc	0.776	0.746	0.732	0.765	0.704
Resistencia a la Explosión	lb/plg <sup>2</sup>	63.70	67.75	61	53.46	42.8
Factor de Explosión		74.95	69.96	63.76	55.18	45.47
Resistencia a la tensión	Kg/15mm	7.55	7.93	7.40	6.60	5.61
Largo de Ruptura	m	8425.3	7777.8	7095.5	6266.8	5652
Elongación	%	1.99	1.88	1.85	1.59	1.47
Resistencia al Rasgado		60.8	63.31	67.24	65.62	79.13
Factor de Rasgado		101.77	93.14	100.37	93.46	119.35
Resistencia al Doblez Dobles Dobleces Köler Molin	700g	358	377	220	94	35
Factor de Doblez	dd/PBSE	5.99	5.54	3.28	1.33	0.52
Porosidad Gurley Hill	seg/100ml	216.8	1.44	66.4	72	20
Opacidad Photovolt	%	69.3	76.6	76.2	79.2	75.7
Blancura Photovolt	%	72.2	75	75.4	77.7	81.8
Encolado	seg	14.1	11.01	66.56	12.7	44.22
Rugosidad Gurley Hill	seg/100ml	173.33	127.14	141.42	115	150

## S E R I E III

Tiempo de Refinación	min	73				30
Canadian Standard Freeness	ml	310	315	333	415.66	420
Tiempo de Drenado	seg	8.23	6.96	8.20	7.12	9.4
Encogimiento	%	6	4	4	4	3.5
Peso Base Seco a la Estufa	g/m <sup>2</sup>	59.74	61.15	58.53	67.33	63.82
Espesor	mm	0.077	0.0895	0.0808	0.0999	0.0963
Volumen Específico Aparente	cc/g	1.288	1.463	1.38	1.48	1.508
Peso Específico Aparente	g/cc	0.776	0.683	0.724	0.674	0.6631
Resistencia a la Explosión	lb/plg <sup>2</sup>	63.70	62.35	47.4	52.95	44.4
Factor de Explosión		74.95	71.64	56.92	55.28	48.90
Resistencia a la Tensión	Kg/15mm	7.55	7.43	6.1	6.57	6.06
Largo de Ruptura	m	8425.3	8099	6497.9	6504	6239
Elongación	%	1.99	1.52	1.65	1.45	1.39
Resistencia al Rasgado		60.8	66.28	56.96	70.03	53.21
Factor de Rasgado		101.77	108.3	97.31	104	83.36
Resistencia al Doblez Dobles Dobleces Köler Molin	700 g	358	349.9	121	76.9	33.8
Factor de Doblez	dd/PBSE	5.99	5.72	2.06	1.142	0.529
Porosidad Gurley Hill	seg/100ml	216.8	84	68.8	41.2	36
Opacidad Photovolt	%	69.3	70	72.3	76.2	75.4
Blancura Photovolt	%	72.2	71	72.8	72.8	75.08
Encolado	seg	14.1	83.8	36.4	69.2	52.9
Rugosidad Gurley Hill	seg/100ml	113.33	123.12	103.12	134.6	158.28

S E R I E IV

Tiempo de Refinación	min	35				73
Canadian Standard Freeness	ml	335	288.3	253.33	300	310
Tiempo de Drenado	seg	10.7	11.38	13.43	10.27	8.23
Encogimiento	%	5	5	5.6	5	6
Peso Base Seco a la Estufa	g/m <sup>2</sup>	62.76	60.63	62.96	61.32	59.74
Espesor	mm	0.0805	0.0713	0.0797	0.077	0.077
Volumen Específico Aparente	cc/g	1.282	1.178	1.265	1.255	1.288
Peso Específico Aparente	g/cc	0.780	0.848	0.790	0.796	0.776
Resistencia a la Explosión	lb/plg <sup>2</sup>	13.15	25.25	48.41	57.8	63.70
Factor de Explosión		14.72	29.27	54.04	66.26	74.95
Resistencia a la Tensión	Kg/15mm	3.55	4.24	6.02	6.71	7.55
Largo de Ruptura	m	3770.9	4662.11	6374.35	7294.98	8425.5
Elongación	%	1	1.38	1.911	2.45	1.99
Resistencia al Rasgado		16.16	27.42	43.24	53.87	60.8
Factor de Rasgado		25.74	45.22	68.77	87.85	101.77
Resistencia al Doblez Dobles Dobleces Köler Molin	700 g		15	149	345	358
Factor de Doblez	dd/PBSE	0.019	0.242	2.358	5.62	5.99
Porosidad Gurley Hill	seg/100ml	341.2	510.8	426	368	216.8
Opacidad Photovolt	%	79.1	74.6	74.90	71.6	69.3
Blancura Photovolt	%	72.3	69.8	66.80	64.6	72.2
Encolado	seg	87.42	83.6	76.4	70.3	14.1
Rugosidad Gurley Hill	seg/100ml	55.37	54.8	62.4	86.71	113.33



S E R I E V

Tiempo de Refinación	min	49				35
Canadian Standard Freeness	ml	290	336.66	399.66	401.66	433.3
Tiempo de Drenado	seg	14.17	7.18	7.44	9.54	5.71
Encogimiento	%	6	5	4	3	3
Peso Base Seco a la Estufa	g/m <sup>2</sup>	61.38	62.66	58.06	62.86	66.17
Espesor	mm	0.073	0.0792	0.0765	0.0885	0.094
Volumen Específico Aparente	cc/g	1.18	1.263	1.317	1.407	1.42
Peso Específico Aparente	g/cc	0.847	0.791	0.759	0.710	0.704
Resistencia a la Explosión	lb/plg <sup>2</sup>	47.90	47.05	39.50	40.20	42.8
Factor de Explosión		54.86	52.78	47.82	44.95	45.47
Resistencia a la Tensión	Kg/15mm	5.54	5.62	5	5	5.61
Largo de Ruptura	m	6017	5769.2	5741.1	5302.7	5652
Elongación	%	2.07	2.07	2.02	2	1.47
Resistencia al Rasgado		44.5	52.23	44.22	61.53	79.13
Factor de Rasgado		72.49	83.35	76.16	97.88	119.58
Resistencia al Doblez Dobles Dobleces Köler Molin	700 g	228	129	84	47	35
Factor de Doblez	dd/PBSE	3.72	2.06	1.45	0.746	0.52
Porosidad Gurley Hill	seg/100ml	224.8	103.6	43.20	32.40	20
Opacidad Photovolt	%	70.8	71.10	71.1	75	75.7
Blancura Photovolt	%	76.2	75.3	77.6	78.7	81.8
Encolado	seg	62.40	62.42	65.28	83.86	44.22
Rugosidad Gurley Hill	seg/100ml	68.12	92.12	120	141.25	150

CAPITULO VI

COSTOS DE PRODUCCION

Según información recabada con importadores-distribuidores, se encontró que una producción aproximada de 325,000 hojas / año ( 100 g / m<sup>2</sup> ) eran convenientes para iniciar operaciones en el mercado nacional. Por tal razón, para este estudio, se tomará como base la cantidad antes mencionada.

En experiencias desarrolladas en laboratorio se encontró que el tiempo necesario para la formación de una hoja fue de aproximadamente de 1 minuto.

Para fines de cálculo, en este estudio se está considerando un 10 % de " tiempo muerto " respecto al tiempo real utilizado en la formación de la hoja, por lo tanto el tiempo necesario total será de 1.1 minutos.

Para el cálculo del número total de hojas producidas por día, por unidad de fabricación, se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{T}{t}$$

N = Número total de hojas por día por unidad de fabricación.

T = Tiempo de trabajo ( jornada de 8 horas ).

t = Tiempo necesario para formar una hoja = 1.1 minutos.

Sustituyendo:

$$N = \frac{450 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{1.1 \frac{\text{min}}{\text{hoja}}}$$

$$N = 409 \text{ Hojas / día unidad de Fab.}$$

Como base de tiempo efectivo se tomarán me ses de 22 días, por tal razón la producción anual por uni dad de fabricación será ( en números redondos ) de:

$$409 \times 264 = 108,000 \text{ hojas / año.}$$

Por tratarse de una industria artesanal, la economía de escala tiene poca importancia.

En otras palabras si se requiere aumentar la producción de Papel Hecho a Mano es necesario aumentar módulos y solamente se lograrán economías en lo que res \_ pecta a administración local y en algunas operaciones uni tarias como pueden ser el caso de la Refinación y Obten \_ ción de Pulpas.

Sin embargo con el fin de dar una base pa \_

ra una extrapolación, en el presente trabajo se tomó como base la producción mencionada anteriormente de 27,000 hojas / mes tamaño carta.

Cálculo de las Unidades Necesarias para la  
Producción previamente establecida.

Una unidad de fabricación está constituida por:

Pila Holandesa.

Cuba de Formación.

Mesa.

Moldes.

Banquillo.

FielTROS.

Operador.

Ayudantes.

Pero una unidad de fabricación no alcanza la producción deseada, por tal razón se necesitarán 3 unidades.

1.- Cálculo del costo de la Materia Prima ( Pulpa Celulósica ) necesaria para la elaboración de 325,000 hojas / año.

Tomando en cuenta que la producción será

exclusivamente de hojas tamaño carta ( 21.5 x 28 cm ) de un peso base de 100 g / m<sup>2</sup>; el peso por millar de hojas será:

$$21.5 \times 28 \times 100 \times 1000 = 6,020 \text{ g / millar de hojas.}$$

Por lo tanto la cantidad de Materia Prima fibrosa ( celulosa ) por año será:

$$6.020 \times 325 = \$ 1,957 \text{ K / año}$$

2.- Cálculo del costo de la Materia Prima.

Costo total anual de la materia prima.

$$1,957 \times \$ 5.00 = \$ 9,785.00 / \text{año}$$

3.- Cálculo de la Mano de Obra.

Cada unidad requiere de:

		Total
1 operador	\$ 34.00 día	\$ 34.00
2 ayudantes	\$ 28.00 día	\$ 56.00
33 % prestaciones sociales		\$ 29.70
		<hr/>
		\$ 119.70
\$ 119.70 x 3 unidades	=	\$ 359.10

359.10 x 30 días	\$	10,773.00
Mano de obra indirecta:		
Administrador	\$	3,000.00
Cuidador	\$	840.00
		<hr/>
	\$	14,613.00

$$\$ 14,613.00 \times 12 = \$ 175,356.00 / \text{año}$$

#### 4.- Cálculo de la Inversión en Construcción.

Para la estimación de costos se analizará lo siguiente:

El área del terreno donde estarán localizadas las instalaciones y la construcción de la planta ( oficinas, bodegas, área de producción ) será de 200 m<sup>2</sup>.

Asignándose al terreno un costo de \$ 50.00 m<sup>2</sup>; a la construcción de todo el inmueble un costo de \$ 900.00 m<sup>2</sup>, la inversión en terrenos y construcción será:

Terreno planta	\$	10,000.00
Edificio ( oficinas, bodegas, área de producción )	\$	180,000.00
Costo ( depreciación a 10 años )	\$	19,000.00

5.- Inversión en Equipo ( para 3 unidades ).

Los datos de equipo se obtuvieron de los fabricantes de maquinaria ó de sus representantes en México.

Pila Holandesa	\$	75,000.00
Moldes	\$	15,000.00
3 cubas de formación	\$	30,000.00
mesas de acomodo para fieltros con banquillos	\$	4,500.00
Prensa	\$	25,000.00
Rieles	\$	2,000.00
conexiones y tubería	\$	5,000.00
Imprevistos	\$	10,000.00
Incluyendo gastos de instalación y equipo un 10 % de la cantidad debido a que no todo el equipo requiere de una instalación espe cial.	\$	16,650.00
Total	\$	<u>183,150.00</u>
Costo ( Depreciación a 10 años )	\$	18,315.00 / año

Costos de Producción.

Materia Prima	\$	9,785.00
Mano de obra	\$	175,356.00
Depreciación inmueble	\$	19,000.00



Depreciación equipo	\$	18,315.00
Varios ( luz, manteni miento, etc. ).	\$	20,000.00
Total	\$	242,456.00

Costo de la producción por millar de hojas.

$$\frac{242,456.00}{325,000} = 0.746 \text{ pesos / hoja antes im-} \\ \text{puesto y gastos} \\ \text{distribución.}$$

#### Estimación de Utilidades.

La gran variedad de productos que se obtie-  
nen en los diferentes países arroja un espectro de precios  
que fluctúan de 0.07 dólares a 0.30 dólares por hoja o lo  
que es lo mismo 0.75 pesos mexicanos a 3.75 pesos.

Si se toma el nivel inferior se aprecia  
que en una primera etapa no se obtendrán prácticamente u-  
tilidades pues el costo de producción por hoja antes de  
impuesto y distribución sería de 0.74 pesos y solo queda  
ría la diferencia de 0.12 pesos para cubrir distribución  
e impuestos. Sin embargo queda vigente un margen que co-  
responde a los impuestos de importación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Del estudio de costos se deriva que la ma  
no de obra consume aproximadamente el 70 % del costo de pro  
ducción, lo cual es deseable en una industria artesana nal.

2.- Es desde luego recomendable la instalación  
de una unidad que tendrá las siguientes finalidades:

Llevar a cabo un entrenamiento de personal.

Desarrollar productos muy sofisticados.

Pulsar el mercado.

3.- No debe descartarse la posibilidad de pro-  
ducir a mano billetes de banco de alta denominación, como  
ya se hace en algunos países.

4.- Deben considerarse a las fábricas de Papel  
Hecho a Mano, unidades especializadas más no industrias  
familiares. El criterio importante que debe imperar en es-  
te aspecto es el de implantar avances tecnológicos conti-  
nuos para obtener productos cada vez más sofisticados que  
aparten a éstas manufacturas de una imagen de artesanía  
primitiva, cosa que ha logrado Japón, obteniendo ganan-  
cias decorosas para el personal.

5.- Desde luego la instalación de industrias  
de este tipo tendrá que llevarse a cabo en zonas rurales.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- The Manufacture Of Handmade Paper.  
Pulp and Paper Magazine Of Canada.  
Abril 1963.
- 2.- Manufacture and Testing Of Paper and Board.  
Vol. III  
Newell Stephenson J.  
1a. Edición, Mc Graw-Hill. 1953.
- 3.- Papermaking and Paperboard Making.  
Vol. III  
2a. Edición, Mc Graw-Hill Company.
- 4.- Ciencia y Tecnología Sobre Pulpa y Papel.  
C. Earl Libby.  
2a. impresión. CECSA. 1969.
- 5.- Papermaking and Manufacture Of Papers Pro  
ducts.  
Lieberman J. Ben.  
As a Small-scale semi-mechanized and co  
ttage Industry.  
Junio 1968.

- 6.- *Controles en la Fabricación del Papel.*  
Rodríguez Jiménez Juan.  
1a. Edición. Editora Blume. 1970.
- 7.- *Pulp and Paper Institute Of Canada*  
Poysen J. N.  
1972.
- 8.- *Cámara Nacional de las Industrias del Pa  
pel.*  
Memoria Estadística. 1972.
- 9.- *Archivo de LANFI.*
- 10.- *Datos Proporcionados por la Secretaría de  
Industria y Comercio ( S. I. C. ).*  
Sección de Estadística.  
Marzo 1973.