

2g.
73



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

**“OPTIMIZACION DE FIELTROS PARA
UNA MAQUINA DE PAPEL TISSUE
TIPO YANKEE, DOBLE TELA”.**



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

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

MEXICO, D. F.

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

CAPITULO	I	ANTECEDENTES Y OBJETIVO
CAPITULO	II	DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL EN MAQUINA TIPO YANKEE, DOBLE TELA.
CAPITULO	III	DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE FIELTROS.
CAPITULO	IV	PRINCIPALES PROBLEMAS OPERATIVOS EN LA MAQUINA DE PAPEL AL USO DE FIELTROS.
CAPITULO	V	OPTIMIZACION DE FIELTROS
CAPITULO	VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
		- GLOSARIO TERMINOLOGICO
		- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y OBJETIVO

La fabricación de papel es una de las industrias más antiguas y más grandes del mundo. Antes de que el papel se inventara, el hombre esculpía sus anotaciones en piedra, en lápidas de arcilla o las escribía en papiro o pergamino.

El descubrimiento del arte de fabricar papel según todas las posibilidades pertenece a los chinos aproximadamente en el año 105 de la era cristiana por Ts'ín Lun, realizando un método para producir una hoja de papel aspero, remojando y golpeando fibras de madera extendiendo el material húmedo sobre una tela a secar.

La fabricación de fieltros data del año 900 d.C., donde el material fibroso de madera o pelo de animal formaban un tapete por capas o cobijas, usándose como vestimenta para algunas tribus nómadas del norte de Asia.

El procesamiento manual de la fabricación del papel requirió de fieltros para drenar y prensar. Las primeras fibras de papel fueron probablemente formadas dentro de un molde de telas de trapo; posteriormente el agua era drenada manualmente del molde, prensado contra un fieltro, la hoja la cual se transfería al fieltro para un drenado; enseguida se prensaban las hojas para remover el exceso de agua. Esta operatoria es semejante a los pasos seguidos en una moderna máquina de

papel, involucrando los tres principales procesos: Formación, Prensado y Secado.

En 1799 fué inventada la primera máquina de papel por Louis - Robert y en 1827 la máquina Fourdrinier fué introducida a los Estados- Unidos.

El invento de la máquina Fourdrinier fué sin duda el mayor -- acontecimiento individual en la historia de la fabricación de papel.

Cuando la industria de la imprenta demandó papel de mayor ca- lidad y cantidad, se desarrollaron nuevos tejidos para fieltros así -- mismo de diferentes tamaños.

A partir de la creación de la Asociación Técnica de la Indus- tria de la Pulpa y del Papel (TAPPI) en 1913, aportó al desarrollo téc- nico de los primeros tratamientos químicos que originaron dar a las -- vestiduras mayor tiempo de vida.

Por la década de 1920, el desarrollo de los fieltros para - - prensado cumplían los requerimientos para máquinas individuales; única- mente uno o dos tipos de fieltros estandar para impresiones, tres o -- cuatro para papeles finos y para libros.

Los fieltros fueron desarrollándose con las operaciones de secado; temperaturas en la sección de secado de la máquina de papel, requería en su fabricación una mayor resistencia al calor.

Con la aparición de materiales sintéticos, los fieltros fueron adquiriendo mayor durabilidad y resistencia, consiguiéndose nuevos diseños en tejidos.

Para telas de formación en los años 50 y 60, fueron probados diferentes metales y aleaciones y sus aplicaciones se diversificaron. Las vestiduras probadas incrementaron la resistencia a la abrasión y a la corrosión.

El bronce y el acero inoxidable se usaron particularmente para telas de tejido fino. Las telas plásticas están ahora reemplazando a las telas metálicas en muchas aplicaciones; la mayor resistencia y la facilidad de manejo ofrecen mayor funcionamiento.

Los consumidores y productores de papel más importantes en Europa y Norteamérica acaparan actualmente el 65 por ciento de la producción mundial de productos de papel y cartón.

En lo que se refiere a México, el tamaño de las plantas de papel impide alcanzar economías de escala competitivas internacionalmente

sin embargo, con el fin de lograr una mayor eficiencia en estas plan_
tas se están desarrollando tecnología mexicana en todo su proceso.

OBJETIVO:

DEBIDO AL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA PAPELERA EN NUESTRO PAÍS, EL PRESENTE TRABAJO ES DESARROLLADO PARA DAR A CONOCER LA IMPORTANCIA QUE TIENE UN FIELTRO DE UNA MÁQUINA DE PAPEL DOBLE TELA PARA LOGRAR INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD EN BASE A SU OPTIMIZACIÓN.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL EN
MAQUINA TIPO YANKEE DOBLE TELA

El proceso de fabricación de papel involucra un conjunto de - operaciones unitarias que deben ser analizadas y estudiadas individualmente.

En el presente capítulo, se explicaran en términos generales, los diseños o tipos de máquinas existentes para fabricar el papel tissue; - también se presenta la influencia que tienen las materias primas empleadas - en la fabricación del papel.

II - 1. MATERIAS PRIMAS

Hace poco más de un siglo que la industria papelera comenzó - a usar madera como materia prima. Antes del empleo de la fibra de madera, - las principales fuentes de fibras habían sido el algodón y el trapo del li- no, aunque también se usó la paja.

Los abastecimientos limitados de trapo viejo habían retardado la industria y su escases había originado graves problemas a los fabrican- tes de papel. La disponibilidad de grandes cantidades de una materia prima - que permitiera la elaboración de pulpa, papel y cartoncillo en volúmenes ma - yores, propició el uso de la madera.

El tipo de fibra usada para fabricar papel es diferente en ca

da país, pero desde el punto de vista mundial, la madera representa del --
75 al 80 % de las materias primas fibrosas.

II - 1.1. CLASIFICACION GENERAL DE FIBRAS

1.- FIBRAS VEGETALES:

A.- FIBRAS DE FRUTOS.

- 1.- Pelos de semillas.- Algodón
- 2.- Vainas.- Kapok
- 3.- Cascaras.- Coco

B.- FIBRAS DE TALLOS.

- 1.- Fibras de madera.-^oGimnospermas y Angiospermas.
- 2.- Fibras liberianas.
 - a) Plantas maderables
 - b) Herbaceas dicotiledoneas.- Linaza, cañamo.
- 3.- Haces vasculares de monocotiledoneas.- Pajas de cereales, Bagazo, bambú, Carrizos.

C.- FIBRAS DE HOJAS.

Abacá, Sisal, Piña.

II.- FIBRAS ANIMALES:

A.- Lana.

III.- FIBRAS MINERALES:

A.- Asbestos

B.- Vidrio

IV.- FIBRAS ARTIFICIALES:

A.- Celulosa regenerada.- Rayón.

B.- Poliamida.- Nylon.

C.- Poliacrílico.- Orlón.

D.- Poliester .- Dacrón.

II - 1.2. CLASIFICACION GENERAL DE MADERAS.

A.- CONIFERAS O MADERAS SUAVES. (GIMNOSPERMAS)

Pino blanco, Pino de azúcar, Pino rojo, Pinabete, Abetos cedro.

B.- LATIFOLIADAS O MADERAS DURAS. (ANGIOSPERMAS)

Arce, Robles blancos, Robles rojos, Fresno, Alamos, Sauces, Nogal, Abedul, Olmo.

Las maderas duras difieren considerablemente de las maderas suaves, porque tienen vasos; tienen poco o ningún alineamiento radial de las células longitudinales, son de estructura más compleja porque pueden tener más tipos de células y poseen radios que son de anchura más variable.

A las latifoliadas se les denomina madera porosa por tales características, mientras que las maderas coníferas o suaves se conocen como porosas.

En las maderas de coníferas, las traqueidas miden de 3.0 a 5.0 mm. como promedio, en las maderas duras, las fibras miden de 1.0 a 2.0 mm. en promedio.

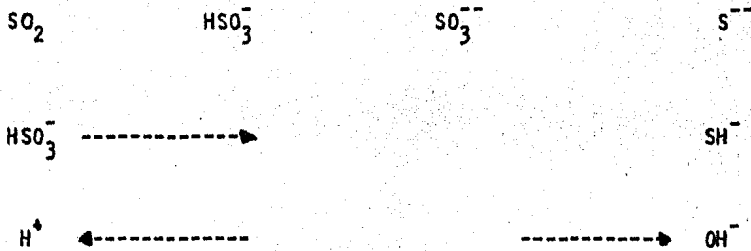
11 - 2 PROCESOS COMERCIALES PARA OBTENCION DE PULPA.

La mayoría de las pulpas comerciales se producen mediante la utilización de relativamente pocos productos químicos que contienen azufre, oxígeno y álcali y estos existen en varios estados químicos diferentes y en una gran variedad de sistemas.

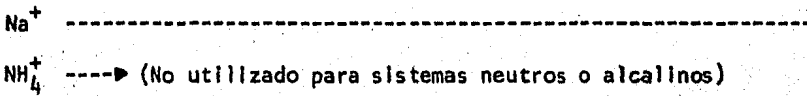
Sistemas acuosos de obtención de pulpas para los procesos comerciales.

pH			
1	4.5	7	14
PROCESOS ACIDOS		PROCESOS NEUTROS	PROCESOS ALCALINOS

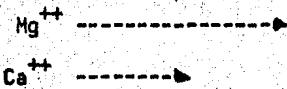
Grupos químicos en solución acuosa



BASES SOLUBLES



BASES DE SOLUBILIDAD LIMITADA.



PROCESOS

AL SULFATO

AL SULFITO

KRAFT

ACIDO

NEUTRO

(al sulfato)

(Na^+ , S^{--} , SH^- , OH^-)

A la Sosa

SEMIQUIMICO

AL SULFITO

DE ALTO

RENDIMIENTO

KRAFT, SEMIQUIMICO

Los compuestos de azufre se utilizan en todo el rango de pH - cubierto por los diferentes procesos de obtención de pulpas.

La interacción de estos compuestos de azufre con la lignina - junto con la velocidad de hidrólisis regida por el pH, controla en gran parte, el curso de la acción del proceso. Los efectos de la hidrólisis ácida - disminuyen a medida que el pH del sistema se mantiene más cerca de la neutralidad.

Bajo estas condiciones, se presenta menos rompimiento hidrolítico de la lignina y de los carbohidratos.

Las maderas duras (las cuales en general poseen un contenido más alto de hemicelulosas y más bajo de lignina que las maderas suaves); resultan de este modo ser las especies más favorables para ser procesadas con sulfito neutro.

A los niveles más altos de pH, muchas de las hemicelulosas se disuelven con el licor de cocción.

Las maderas que contienen altos porcentajes de resina y grasa (coníferas) son procesadas más efectivamente en medio alcalino, en el cual estos productos se solubilizan por saponificación.

Los sistemas al sulfito, difícilmente afectan a las grasas y a las resinas.

Las principales variables de reacción que se estudian en los procesos de obtención de pulpas son Composición y Concentración del licor, Temperatura, Tiempo, Presión y pH.

II - 2.1 PASTA MECANICA

Este proceso de obtención de pulpa consiste en moler o forzar la madera contra un molino en presencia de agua que gira a gran velocidad. Este proceso utiliza prácticamente toda la fibra de madera que existe en el tronco, en la que se incluye tanto a la celulosa como a la lignina. Puesto que las fibras de esta pasta se desgarran, varían en longitud y composición.

Durante la molienda de la madera, se agrega agua para mantener una temperatura apropiada y la pulpa va entonces a los depuradores - -

gruesos o de astillas en donde se separan pedazos de madera relativamente grandes y astillas.

Posteriormente la suspensión diluida se bombea a los depuradores finos y la pulpa aceptada a los prensa-pastas o espesadores en donde se prepara para su embarque en forma de hojas o paquetes, o su alimentación directa a la máquina de papel.

La pasta mecánica es una mezcla de haces fibrosos, fibras rotas y harina de madera.

El papel hecho a partir de pasta mecánica es suave, voluminoso, absorbente y opaco; es también débil y está sujeto a deteriorarse con el tiempo y con la luz solar.

Las principales maderas utilizadas en la elaboración de pasta mecánica son: el pinabete, abeto, pino blanco, pino gris.

II - 2.2. PULPAS ALCALINAS

En la fabricación de pulpa por el proceso a la sosa, se usa un licor de cocción que consiste principalmente de sosa caústica. El proce-

so al sulfato difiere del de la sosa, porque en su licor de cocción utiliza sulfuro de sodio, junto con hidróxido de sodio.

A la presencia del sulfuro, se debe la mayor resistencia de la pulpa y una cocción más rápida. A causa de esto, practicamente todas las fabricas a la sosa han incorporado el empleo de cuando menos una pequeña -- cantidad de sulfuro en su licor de cocción, así es que a la fecha no hay diferencias esenciales entre los procesos a la sosa y al sulfato.

El proceso al sulfato se puede resumir en las siguientes etapas:

- 1.-La materia prima se convierte en astillas.
- 2.-Las astillas se llevan por medio de transportadores hasta los digestores. Al mismo tiempo se agrega el licor de cocción. La relación de astillas y licor se controla cuidadosamente así como la concentración del licor.
- 3.-Las astillas se cuecen durante un determinado tiempo bajo las condiciones apropiadas de presión y temperatura. El tiempo usual de cocción es de 2 a 4 hrs. a una presión -- aproximadamente de 7.7 Kg/cm^2 . ($100 \text{ a } 110 \text{ lb/in}^2$).
- 4.-Al final de la cocción, la pulpa y el licor se soplan dentro del tanque de descarga. El digestor presurizado es el propulsor de esta descarga y hace que el digestor quede -- limpio y listo para otra cocción.

5.-En el tanque de descarga quedan la pulpa y el licor negro que contienen los reactivos de cocclón gastados, así como la lignina.

6.-La pulpa lavada se depura y se envia a la planta de blanqueo y/o a la planta de papel.

En la tabla II-A, se comparan las propiedades entre las maderas y pulpas de coníferas y de árboles latifoliados, sometidos al proceso al sulfato.

T A B L A I I - A

COMPARACION DE PROPIEDADES ENTRE LAS MADERAS Y PULPAS DE CONIFERAS
Y DE ARBOLES LATIFOLIADOS

	LONG. DE FIBRA mm.	CELU LOSÁ %	LIG NI NA %	RENDI MIEN- TO	% R E S I S T E N C I A S EXPL SION	RAS GADO	TEN SION
<u>CONIFERAS</u>							
PINABETE	3.5	60	29	50	100	100	100
PINO GRIS	3.5	59	28	51	90	92	96
<u>LATIFOLIADOS</u>							
ALAMO TEMBLON	1.2	65	23	46	42	61	53
ABEDUL	1.5	61	--	47	52	93	59
HAYA	1.2	--	--	37	38	52	51

Las maderas duras se cuecen en menos tiempo que las maderas - de coníferas.

Las dimensiones de la fibra de la pulpa determinan sus características de resistencia, las pulpas de fibra larga de las coníferas son - más resistentes que las pulpas de fibra corta de maderas duras.

II - 2.3 PULPAS AL SULFITO

Se han desarrollado diferentes procesos con base sulfito y - son los siguientes:

- A).- PROCESO AL SULFITO ACIDO BASE CALCIO
- B).- PROCESO AL SULFITO ACIDO BASE AMONIACO
- C).- PROCESO AL SULFITO ACIDO BASE MAGNESIO
- D).- PROCESO AL SULFITO ACIDO BASE SODIO

A continuación se enlistan la tabla III-B, las principales - ventajas y desventajas que presentan cada uno de éstos procesos.

T A B L A II - B

PROCESO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SULFITO ACIDO BASE CALCIO	Licor se utiliza como aglutinante en carreteras, se usa como adhesivos, emulsionantes, agentes tensoactivos, obtención de vainillina.	1. Solo se usa para procesar especies de madera que contienen resina en pequeñas cantidades.

SULFITO ACIDO
BASE AMONIACO

Aumento en la velocidad de producción.
Mayor rendimiento y calidad uniforme de pulpa.
Amplio rango de especies de madera.
Mayor velocidad de producción usando temperaturas altas de reacción.
Obtención variada de tipos de pulpa.
Recuperación de reactivos.

2. Los procesos de recuperación de calor tienen inconvenientes por problemas de incrustación en la evaporación y no se recuperan los reactivos solo en forma de cenizas.

1. Dificultad para recuperación del amoníaco.

SULFITO ACIDO
BASE SOLIDO

Facilidad de ajuste de pH, del licor de cocción.

Económicamente no factible porque los licores gastados no se recuperan.

II - 2.4 LA UTILIZACION DEL BAGAZO DE CAÑA PARA LA FABRICACION DE PULPA Y PAPEL.

Entre las muchas fibras agrícolas utilizadas para la fabricación de pulpa, el bagazo de caña de azúcar destaca más que ninguna otra por ser una de las que más prometen llegar a ser una importante materia prima -

fibrosa para la industria mundial de la pulpa y del papel.

El bagazo, tiene la ventaja sobre otras fibras agrícolas de no implicar gran problema de recolección.

La obtención del bagazo para su cocimiento, consiste en obtener una suspensión acuosa que permita por medios mecánicos el separar impurezas de la fibra.

El bagazo desmedulado se mezcla con la solución de sosa en presencia de vapor de baja presión, bombeándose a un sistema de torres de retención, donde pertenece por un periodo de tiempo para que se efectue una dispersión química entre la sosa y la estructura del bagazo.

COCIMIENTO:

El bagazo de caña se coce en digestores continuos, donde el tiempo de retención aproximado es de 10 a 12 minutos.

El digestor se mantiene presurizado con vapor de 7 Kg/cm^2 ; la descarga de la mezcla fibra y licor, se hace mediante una válvula hacia un tanque de descarga.

LAVADO:

La pulpa proveniente del cocimiento que se encuentra en el --

tanque de descarga, se bombea a un sistema de lavado que generalmente está constituido por tres lavadoras o tres etapas de lavado con agua a contracorriente.

II - 3. BLANQUEO

La blancura de las pulpas generalmente se determina midiendo la reflectancia de una luz monocromática por medio de un medidor estandar de reflectancia.

Existen dos procedimientos para blanquear las pulpas. Primero, se deben usar agentes selectivos de blanqueo que destruyan una gran parte de los grupos cromóforos sin ser materialmente consumidos por el cuerpo de la lignina.

Este método se usa para pulpas con alto contenido de lignina tales como la pasta mecánica.

En estos casos la deslignificación no es deseable ya que disminuiría el rendimiento.

El otro método es una combinación de la eliminación total o casi total de la lignina y de blanqueo; como se practica en relación con -

las pulpas al sulfito, kraft, que contienen solo cantidades relativamente pequeñas de lignina residual.

Únicamente mediante este último método se puede efectuar un blanqueo permanente a altos valores de blancura.

El método convencional para las pulpas Kraft y al sulfito consiste en tres tipos de reacciones:

- 1).- Cloración en medio ácido (pH menor de 2)
- 2).- Extracción alcalina (pH de 11 a 11.5)
- 3).- Blanqueo con hipoclorito en solución alcalina (pH de 9 a 10).

Una blancura alta no es la única característica importante de las pulpas blanqueadas; una buena pulpa para papel debe tener buena resistencia.

El blanqueo de la pulpa se puede lograr en uno o varios pasos. Un paso se define como la fase del procedimiento del blanqueo que comienza con la adición del reactivo, continúa con la reacción del producto químico y concluye con el lavado de la pulpa.

Dentro de cada paso existen muchas variables que están determinadas por el tipo de reacción deseada en dicho paso y por las condiciones

de operación.

Tales variables son:

- 1).- Concentración de iones hidrógeno pH
- 2).- Consistencia
- 3).- Adición de reactivos
- 4).- Consumo de reactivos
- 5).- Concentración de reactivos
- 6).- Temperatura
- 7).- Tiempo

II - 3.1 CONDICIONES GENERALES DE CLORACION

1.- Adición de reactivos:

Depende del tratamiento previo y del tipo de madera se agrega del 50 al 90% de la demanda total del cloro.

2.- Consistencia: De 3 a 4%.

3.- pH: Menor de 2.

4.- Temperatura: de 20 a 30 °C

Después de la cloración, la pulpa clorada debe lavarse para eliminar el ácido clorhídrico y los productos orgánicos clorados solubles.

II - 3.2 CONDICIONES GENERALES DE EXTRACCION ALCALINA

- 1.- Adición de reactivos: 0.7 a 2.5 %
- 2.- Consistencia: 10 a 18 %
- 3.- pH: De 11.0 a 11.5
- 4.- Temperatura: De 60 a 80 °C

Aumentando la consistencia de la suspensión de la pulpa se obtiene una mayor concentración de reactivos en dicha suspensión. A consistencias elevadas, la mayor eliminación de incurstantes origina un blanqueo oxidante más efectivo en los pasos subsiguientes, así como una mejoría en las propiedades de la pulpa.

II - 3.3 CONDICIONES GENERALES DE BLANQUEO.

Agentes Oxidantes:

- a).- Hipoclorito de Sodio.
- b).- Bioxido de Cloro
- c).- Peroxido de Sodio.

T A B L A II - C
CONDICIONES GENERALES DE BLANQUEO

	HIPOCLORITO	ClO_2	Na_2O_2
Adición de	en un paso	0.5 a 1.5 %	de 1.0 a
Reactivos	en varios pasos.	como Cl_2	2.0% de Na_2O_2

Consistencia	5 a 18 %	12 a 17 %	4 a 20 %
pH	9.0	3.0 a 5.5.	10.0 a 10.5
Temperatura	38 a 50°C	60 a 80°C	38 a 50°C
Tiempo	2 a 8 Hrs.	5 Hrs.	0.5 a 5.0 Hrs.

El pH de la suspensión de pulpa durante el blanqueo con hipoclorito, es probablemente la variable más importante de toda la operación de blanqueo. El pH se debe mantener por arriba de 9.0.

Las soluciones de hipoclorito, de por sí, tienen generalmente un pH superior a 11.0. Sin embargo, al blanquearse la pulpa se forman ácidos orgánicos y ácido clorhídrico como resultado de la reacción de oxidación.

Estos ácidos originan una disminución en la alcalinidad de la suspensión y para mantener las condiciones apropiadas se agrega álcali adicional, en forma de NaOH.

Si el pH inicial es demasiado alto, el tiempo de reacción puede ser excesivo; si el pH se deja caer por abajo de 8.0, se produce una degradación excesiva de la pulpa.

II - 4. SISTEMAS DE PREPARACION DE PASTAS

Existen un gran número de distribuciones para instalar el equipo de preparación de pastas en una máquina de papel.

Una distribución modelo para este fin, consta de lo siguiente:

1.- SECCION DE HIDRAPULPER

La sección de hidrapulper, consiste en uno o más equipos básicos para lograr la fibra en suspensión.

El hidrapulper consiste en un tanque de acero, soportado por una base de concreto, en el centro del tanque y al fondo se encuentran aspas pulpeadoras para lograr desmenuzar y mantener en suspensión a la fibra con ayuda de agua del sistema de la máquina. Este sistema puede variar de acuerdo al tipo de material fibroso a tratar.

Una vez que la fibra se encuentra en suspensión, es enviada por bombeo al tanque correspondiente de dicha fibra.

Los principales factores que afectan la desintegración de la fibra en esta etapa son:

A).- Contenido de humedad en la fibra:

El contenido de fibra seca puede variar desde el 90 % en caso de hojas secas al aire a 2.0 % en el caso de pulpa con agua.

El alto contenido de fibra seca, afecta al tiempo de batido o de desintegrado y en un alto consumo de energía.

B).- La deslignificación:

El consumo de energía para desintegrado, decrece en el siguiente orden:

Pulpas mecánicas.

Pulpas Semiquímicas.

Pulpas sin blanquear

Pulpas blanqueadas.

La diferencia es especialmente marcada por el contenido de lignina en la fibra y porque aún conserva una estructura muy estable entre la celulosa y la lignina; a medida que ha sido tratada por varios procesos desde cocclón, - agentes químicos, lavado, blanqueo; hacen que la pulpa sea fácilmente puesta en suspensión.

2.- SECCION DE TANQUES DE PASTA

Cada fibra que ha sido puesta en suspensión es enviada a su tanque correspondiente. El diseño de los tanques y su agitación varían de acuerdo al tipo de pasta, consistencia y otros factores.

La agitación es importante para mantener la pasta con una consistencia uniforme en todo el tanque.

3.- DEPURACION Y LIMPIEZA DE LA PASTA: "CONTAMINANTES"

La mayoría de las pastas traen consigo contaminantes, que consisten en materiales ajenos a ésta, materiales pesados, plásticos, nudos no cocidos, astillas o fragmentos grandes que traeran problemas muy graves en la operación de la máquina y es por lo tanto muy importante su eliminación del sistema.

La eliminación de contaminantes puede hacerse de la siguiente manera:

En una parte de la preparación de la pasta, la suspensión es enviada a su depuración o limpiadores centrífugos por medio de bombeo introduciendo tangencialmente la pulpa bajo una presión en un recipiente cónico o tubular que opera como una centrífuga continua.

Los materiales pesados son expulsados hacia la parte inferior o superior del recipiente dependiendo del diseño del equipo. Este material sale por un orificio de la cámara.

La pasta aceptada invierte su dirección y fluye hacia el lado-

opuesto, para continuar en otras etapas con su preparación antes de entrar a la máquina.

Esta operación se recomienda realizar individualmente con cada tipo de material fibroso y no en mezcla.

4.- SECCION DE REFINADO

La refinación es un tratamiento mecánico de la pulpa en suspensión con objeto de adaptarla para el proceso de formación, aunque en esta etapa las fibras pueden disminuir su longitud por corte.

Los refinadores se pueden agrupar dentro de dos categorías:

Cónicos y de Discos.

Los cónicos a su vez se clasifican en Jordans y refinadores -- de alta velocidad.

Las propiedades en la hoja de papel son modificadas por el refinado.

El refinado perfecciona la resistencia a la explosión y a la formación de la hoja; pero puede traer efectos indeseables como son una reducción en la resistencia al rasgado.

La refinación no produce el mismo efecto en pulpas mecánicas - que en pulpas químicas. Las pulpas químicas son relativamente pura celulosa con grupos accesibles de hidroxilos. Mientras que en las pulpas mecánicas- los grupos hidroxilos son bloqueados por la presencia de lignina.

4.- SECCION DE MEZCLADO

Una vez que las fibras fueron puestas en suspensión, depuradas y las que ameritaron refinación; son mezcladas en el correspondiente tanque de mezcla, en donde también se adicionan otros componentes no fibrosos.

Posteriormente la mezcla de las pulpas es enviada al tanque de máquina para que entre directamente, por dilución a la máquina de papel.

II - 5. FORMACION

II - 5.1. FORMADORES DOBLE TELA

Los formadores "doble tela", tuvieron su desarrollo inicialmente para superar las limitaciones de un formador de tela simple.

Los formadores de doble tela, tienen en la caja de entrada un-chorro de pulpa en contacto con dos telas en movimiento o de dos superficies porosas.

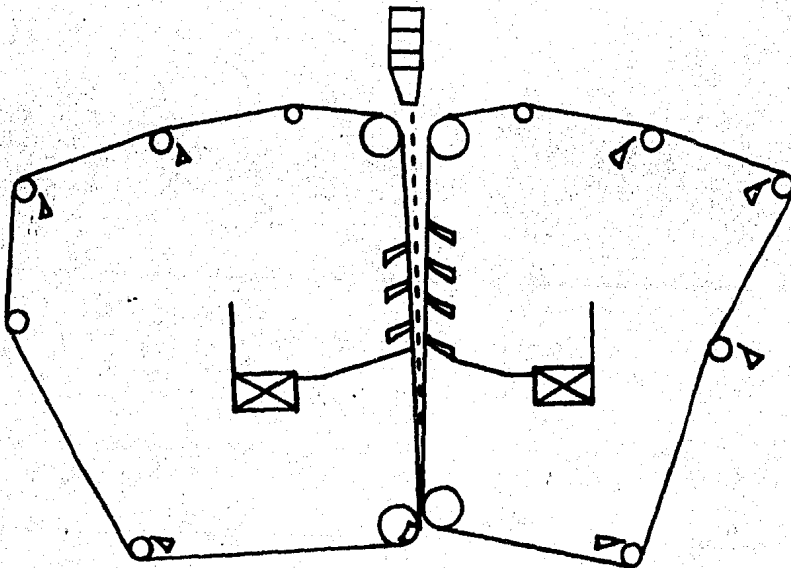
El objeto es la de proporcionar un rápido drenado de la dispersión de fibras en suspensión.

Este diseño, reduce la floculación y el contenido de aire, pero un alto grado de dispersión de la fibra, produce una alta turbulencia en el chorro de la caja de entrada; el objetivo es de que la hoja se forme antes de que decaiga la turbulencia y empiece la floculación.

Los beneficios de un formador "doble tela", llegan a ser posible unicamente cuando la caja de entrada dispone principalmente de una -- dispersión uniforme de la suspensión de las fibras en la máquina de papel.

Hay muchos tipos de formadores doble tela en operación.

En las figuras 11-5-A, 11-5-B, 11-5-C y 11-5-D, se muestran los diseños de los formadores doble tela en uso.



FORMADOR VERTIFORMA

El diseño VERTI-FORMA de la figura 11-5-A; tiene una zona de formación vertical tal que está definido por dos juegos de deflectores - - arreglados en posición alternada vertical a la zona de formación, además - del ajuste de los deflectores, los rodillos de limpieza son ajustados en - conjunto con la caja de entrada determinando la geometría del chorro.

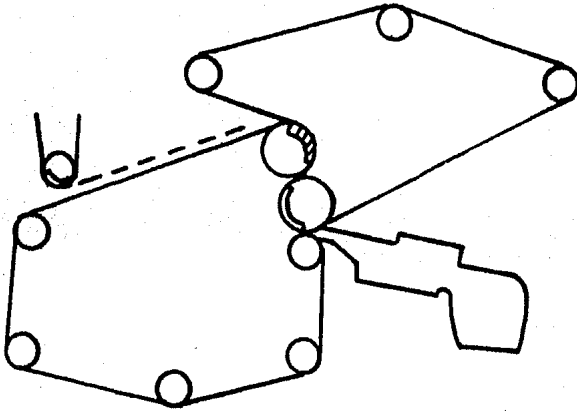
Esta geometría es muy importante para la operación propia del VERTI-FORMER. El drenado de la hoja procede como un resultado de la convergencia de las telas.

Al inicio, la consistencia en la caja de entrada es de 1.0%, - la hoja está entre 1.4 y 1.5% antes del primer deflector. Después de la -- sección de deflectores, la hoja está entre 2.0 y 4.0 %.

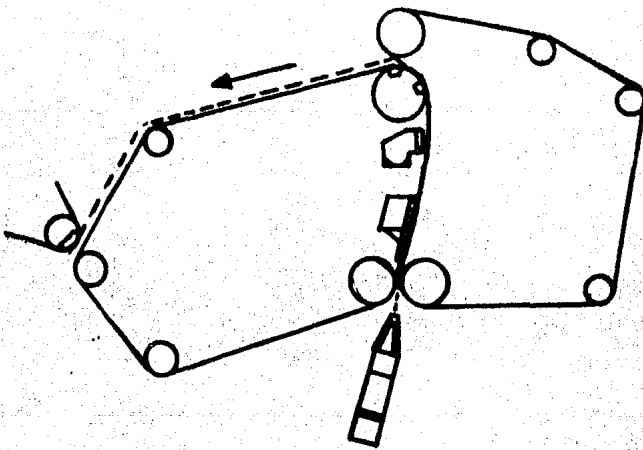
En general el drenado de la VERTI-FORMA, es simétrico y la ca lidad de la hoja es primeramente controlada por la consistencia de la caja de entrada, tensión de las telas, posición de los deflectores y las condiciones del chorro como la relación JET-TELA.

El diseño PAPRIFORMER de la figura 11-5-B, dirige el chorro de la caja de entrada dentro de dos telas convergentes.

El drenado de la hoja resulta desde la convergencia de las te las como por su curvatura alrededor del rodillo formador.



FORMADOR PAPIFORMER



FORMADOR BEL - BAIE

La tensión de la tela de formación externa controla el drenado en la fase inicial. El agua es eliminada centrífugamente dentro de las charolas, como también por el vacío de rodillo formador.

La mayor parte del agua es removida en los primeros 0.46 m. de la circunferencia del rodillo formador con humedad dentro del orden del 7.0 a 8.0%.

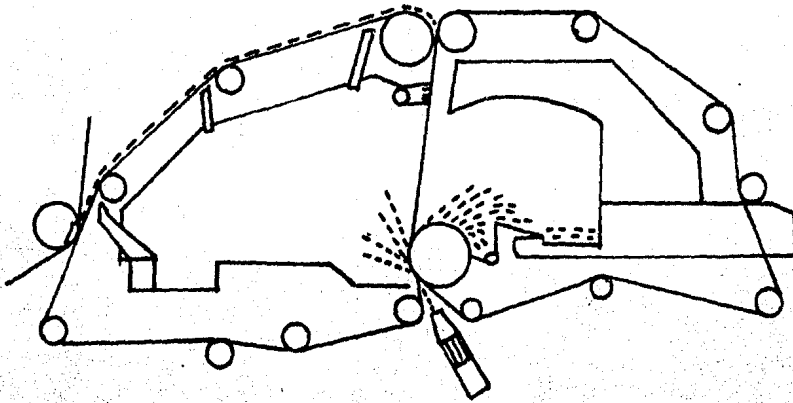
El diseño BEL-BAIE de la figura 11-5-C, tiene la caja de entrada directamente hacia arriba. El desalojo de agua es por las dos telas - como por el recorrido en curvatura de 6.1 m. (20 ft).

Se reporta que el 74% del agua es removida por el paso de la - tela de formación por la zapata. El próximo 18% es eliminada por la caja de succión y el remanente 5.0% es eliminada por el couch.

La calidad de la hoja está influenciada por la consistencia de la caja de entrada y por la relación chorro-tela.

El diseño DUOFORMER, de la figura 11-5-D, tiene el chorro de entrada directamente con el contacto de las dos telas.

Las telas luego presionan una area de doble compartimiento en-



FORMADOR DUOFORMER

el rodillo de formación donde se elimina agua por la compresión causada por la tensión de la tela exterior.

En el rodillo formador, se tiene de 8 a 12 % de consistencia y en la separación de las telas de 18 a 20%.

El papel hecho por una máquina "doble tela", depende en gran medida de las características de la caja de entrada, produciendo una uniforme y homogénea distribución de fibras en la mesa de formación.

El proceso de formación en "doble tela" se basa en una drenabilidad simétrica en ambas caras de la hoja; dando con ello hojas que tienen generalmente alta permeabilidad, a diferencia del papel formado en una máquina de tela sencilla.

Estos resultados dan una distribución uniforme de finos en las hojas hechas en doble tela. Sin embargo, ambas máquinas pueden perder una gran cantidad de finos en la etapa inicial de formación.

El ángulo de inyección del chorro, asociado con el drenado inicial, pueden afectar directamente a la tela, marcándola, transmitiendo este defecto al papel que se está formando.

Las máquinas "doble tela", pueden diferenciarse de las máqui--

nas FOURDRINIER, debido a la natural fuerza de desgotamiento en ambas caras de la hoja, durante la primera etapa de formación antes de la separación de las telas.

La longitud de formación para máquinas "doble tela", varía con su diseño desde 0.61 a 5.5 m. (2 a 18 ft), comparado con la típica FOURDRINIER, que tiene un rango de formación de 6.0 a 9.0 m. (20 a 30 ft.).

11-5.2 PROPIEDADES DEL PAPEL HECHO CON MAQUINAS DOBLE TELA.

- 1.-La formación se mejora y hay una marcada diferencia en el tipo de formación respecto a la máquina Fourdrinier.
2. Debido a la mejora de formación la opacidad es alta.
3. Menor desprendimiento de finos en la hoja de doble tela. Esto es particularmente importante cuando el papel se usará para alguna impresión.
4. Dependiendo de la natural eliminación de agua en la zona de formación, el papel producido por un formador "doble tela", presenta mayor fuerza de unión.

11-5.3 CONCLUSIONES DE LAS CARACTERISTICAS DE UNA MAQUINA CON FORMADOR "DOBLE TELA".

1. La máquina "doble tela", es muy dependiente de las características de la caja de entrada, la dispersión de las fibras es muy homogénea, y el chorro es estable durante el recorrido desde el corte del labio y el contacto del formador entre las dos telas.
2. La uniformidad de la tensión en la tela es más importante que en una Fourdrinier. Una tensión desigual, puede causar delgadas manchas y algunos hoyos en el papel.
3. Es importante que todos los elementos tocante a la tela, es especialmente en la zona de formación, sean exactos y bien uniformes en la dirección y a través de la máquina.
4. La máquina "doble tela", es excepcionalmente estable y fácil para su mantenimiento.
5. El espacio requerido para una máquina "doble tela", es ventajoso comparado con una máquina Fourdrinier.

11-5.4 EL PROCESO DE FILTRACION EN LA FORMACION

La formación de la hoja en una máquina de papel es un proceso-

hidrodinámico y para entenderlo se consideran los efectos que estas fuerzas actuantes causan sobre cada uno de los componentes de la pasta, tales como fibras, finos y cargas.

Es aceptado que fuerzas químicas y coloidales también juegan un papel importante en el proceso, sobre todo en las fracciones muy finas.

Con el objeto de hacer más asimilable el proceso de formación se analizará la operación de filtración en todos sus aspectos.

La filtración se define como la separación de sólidos suspendidos en un fluido, a través de un medio poroso, fibroso o granular, mediante la aplicación de una fuerza impulsora, en un período determinado.

En esta definición pueden identificarse cuatro factores:

- 1.- Sólidos.
- 2.- Medio filtrante
- 3.- Fuerza impulsora
- 4.- Tiempo

Estos factores determinan las siguientes consideraciones:

- 1.- Por lo que se refiere a la naturaleza de los sólidos; la filtración involucra la acumulación de sólidos comprensibles o incomprensibles: partículas deformables o rígidas que pueden ser de diversos tamaños-

en bajas o altas proporciones y que, al depositarse en el medio filtrante, formarán capas de sólidos.

2.- Con referencia a los mecanismos de filtración pueden ser:

2.1 Mecanismo de Superficie: Las partículas sólidas son de mayor tamaño que la abertura del medio filtrante y por tanto son retenidos en la superficie.

2.2 Mecanismo de profundidad: Se presenta en dos formas:

A).- Las partículas son retenidas entre los canales del medio filtrante, es por lo general de gran espesor, este tipo se conoce como mecanismo de bloqueo.

B).- Las partículas van tapando la superficie y bloquean el paso de otras de menor tamaño, en cantidad suficiente para formar la llamada torta, la cual a su vez, pasa a constituir el medio filtrante.

2.3 Mecanismo Electrostático. El medio filtrante se carga electrostáticamente, debido a la fricción del fluido y retiene partículas menores a la apertura del medio filtrante las que en otras condiciones pasarían a través de él.

3.- En relación con la fuerza impulsora, la separación se efectúa induciendo al fluido a través del medio filtrante, si los sólidos son -

depositados por la fuerza de gravedad, el proceso se denomina filtración -- por gravedad. Si el filtrado se induce por una fuerza mayor a la gravedad, se produce la filtración a presión. Finalmente si es una fuerza menor a la gravedad, se origina la filtración al vacío.

4.- Por lo que concierne al ciclo o tiempo de operación, la -- filtración puede clasificarse en:

4.1 Continua

4.2 Intermitente (también conocida como por lotes).

La operación puede ser a presión constante y velocidad variable o viceversa.

Hay dos tipos de variables que intervienen en estas ecuaciones:

1).- Variables de proceso. Pertenecen al sistema particular que se va a operar y son:

- tamaño de partícula
- tendencia a la floculación
- viscosidad del fluido
- temperatura a la que se realiza la operación
- concentración de la suspensión.

2).- Variables de diseño. Se presentan como posibilidades para resolver el problema, algunas son:

- área de filtración
- caída de presión a través del filtro
- resistencia del medio filtrante
- cantidad de sólidos y filtrado obtenidos por unidad de tiempo.
- humedad de la torta.

Dadas las condiciones de filtración, los resultados más importantes que pueden obtenerse con la aplicación de la filtración son:

- 1.-La cantidad o volúmen de filtrado que puede obtenerse en un intervalo de tiempo definido.
- 2.-La cantidad de sólidos recuperados en un determinado ciclo de operación.
- 3.-El volúmen de agua de lavado que puede pasar a través de la torta en un tiempo definido.
- 4.-La humedad contenida en los sólidos con secado o sin él.
- 5.-La resistencia que ofrecen la torta y el medio filtrante.
- 6.-La compresibilidad de la torta.

ECUACIONES BASICAS QUE DEFINEN LA OPERACION.

La cantidad de volúmen de filtrado obtenida en determinado tiempo (flujo q) tiene una relación directa con la fuerza impulsora (presión ΔP), y una relación inversa con la resistencia (R).

$$q = \frac{(-\Delta P)}{R}$$

La expresión matemática anterior requiere del signo de igualdad y de una constante K de proporcionalidad, quedando de la siguiente manera:

$$q = K \frac{(-\Delta P)}{R} \quad (1)$$

La constante depende de la permeabilidad del lecho.

Al empezar la filtración, los sólidos se depositan sobre el medio filtrante; el espesor de la torta se va incrementando conforme transcurre la filtración, y se forman especies de canales o capilares por donde fluye el licor, siempre con un flujo lento (flujo laminar).

En este caso, la ecuación de Poiseuille puede usarse como ecuación básica para cuantificar la velocidad de flujo.

La forma original de la ecuación referente al flujo de un líquido a través de un canal largo y con sección transversal constante, es la siguiente:

$$U = \frac{(-\Delta P)}{32 \mu L} D^2 \quad \text{gc} \quad (2)$$

Donde:

U = Velocidad del fluido	(m/s)
- P = Diferencia de presión	(Kg/m ²)
D = Diámetro del canal	(m)
L = Longitud del canal	(m)
u = Viscosidad del filtrado	(Kg/m s)
gc = Factor de conversión de unidades:	9.81 (Kg m/Kg s ²)

La importancia de la ecuación de POISEUILLE se debe a que predice el efecto que tendría el tamaño del canal en la velocidad del fluido.

Una mejor aproximación que relaciona estas variables es empleada en la ecuación de Arcv:

$$U = K \frac{(-\Delta P)}{uL} gc \quad (3)$$

En esta ecuación, se incluye un coeficiente K que depende de la permeabilidad del lecho y es adimensional.

Desde el punto de vista práctico es más importante conocer el flujo volumétrico que la velocidad lineal del fluido.

El flujo volumétrico se puede calcular de la siguiente ecuación:

$$q = U A \quad (4)$$

Donde:

q = Volumen recolectado en un determinado tiempo (dV/dt)
(m^3/s)

U = Velocidad del fluido (m/s)

A = Area transversal del canal (m^2)

Al aplicarla al flujo, la ecuación de d ARCY queda modificada de la siguiente manera:

$$q = \frac{dV}{dt} = K \frac{(-\Delta P)}{uL} gc \quad (5)$$

Donde: A = Area del lecho. (m^2)

A partir de esta ecuación, el coeficiente de permeabilidad adquiere la siguiente expresión:

$$K = \frac{uL}{A \cdot (-\Delta P)} \frac{dV}{dt} gc \quad (6)$$

Esta es la primera aportación de la teoría para determinar la permeabilidad del lecho, ecuación que corresponde al trabajo experimental de una torta de espesor fijo, viscosidad fija, área de torta fija y presión fija, para medir la cantidad de fluido que pasa en la unidad de tiempo.

Otra de las ecuaciones de interés teórico es la propuesta por KOSENY y CARMAN, quienes introdujeron dos términos: porosidad (e) y superfi

cie específica de las partículas (S_v) usados para calcular el flujo de fluidos en lechos porosos.

Estos dos términos modifican la ecuación (5) como sigue:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{e^3}{k S_v^2 (1-e)^2} \frac{A (-\Delta P)}{u L} \text{ gc} \quad (7)$$

Donde:

e = Fracción hueca o porosidad de las partículas sólidas
(sin dimensiones)

S_v = Superficie específica de las partículas sólidas en un volumen base (m^2/m^3)

k = Constante de la ecuación de KOSENY y CARMAN con un valor de 5 en el sistema c.g.s.

En realidad el valor de K de la ecuación (3) es:

$$K = \frac{e^3}{k S_v^2 (1-e)^2} \quad (8)$$

En esta última expresión se caracterizan las partículas del sólido - tales como su forma y tamaño.

USO PRACTICO DE LAS ECUACIONES BASICAS

La permeabilidad del sistema tiene una relación inversa con la resistencia total a la filtración, se tiene:

$$K = \frac{1}{R}$$

La resistencia R está compuesta por varias resistencias:

- La debida a la resistencia de la torta denominada α
- La debida al medio filtrante, denominada r
- La debida a líneas y accesorios.
- La que presenta el fluído al pasar a través de las resisten--
cias anteriores (está considerada en la viscosidad del fluído)

Con estas consideraciones, la ecuación (5) cambia a la siguiente expresión:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{(-P)}{u \left(\alpha \frac{W}{A} V + r \right)} A \quad gc \quad (9)$$

En esta ecuación se reúnen las variables de procesos con las --
variables de diseño.

En la ecuación (9), el valor de la resistencia de la torta, se multiplica por la cantidad de sólidos recuperados (w) (siendo w , el peso de la torta seca por unidad de volumen, en la unidad de filtración A) y por el volumen de filtrado recolectado (V).

Generalmente, la resistencia del medio filtrante se considera -
constante, aunque en realidad su valor aumenta gradualmente conforme se depo--
sitan los sólidos en los intersticios del medio de filtración.

CLASIFICACION DE OPERACION DE LOS FILTROS:

FILTRACION A PRESION CONSTANTE:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{(-\Delta P) A^2}{u \mu_w V} gc + \frac{(-\Delta P) A}{ur} gc \quad (10)$$

Poniendo al inverso de la ecuación (10) y separando el término variable de volumen se tiene:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{u \mu_w}{(-\Delta P) A^2 gc} V + \frac{ur}{(-\Delta P) Agc} \quad (11)$$

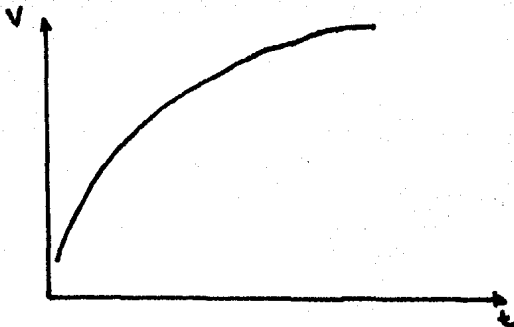
$$\int_0^t dt = \frac{u \mu_w}{(-\Delta P) A^2 gc} \int_0^V V dv + \frac{ur}{(-\Delta P) Agc} \int_0^V dv \quad (12)$$

$$t = \frac{u \mu_w}{(-\Delta P) A^2 gc} \frac{V^2}{2} + \frac{ru}{(-\Delta P)} \frac{V}{Agc} \quad (13)$$

Donde:

V = Volumen total de filtrado, en m^3 , recolectados en el tiempo t , - segundos.

Si se grafica el volumen contra el tiempo se obtiene una parábola:



Para fines prácticos se obtienen otras de las incógnitas de la filtración: la resistencia de la torta, la resistencia del medio filtrante y la compresibilidad de la torta a partir de la aplicación de la ecuación (11).

La ecuación (11) se separa en los términos que permanecen constantes:

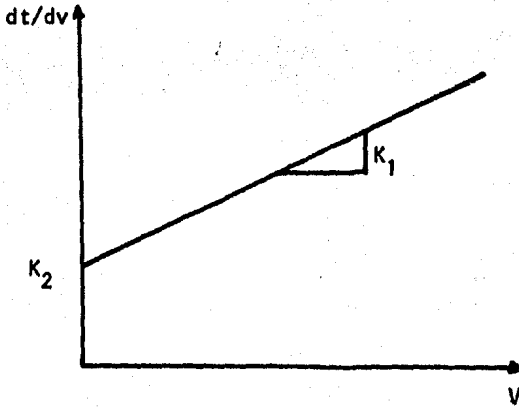
$$\frac{dt}{dV} = K_1 V + K_2 \quad (14)$$

Donde:

$$K_1 = \frac{u \mu W}{(-\Delta P) A^2 g c} \quad (15)$$

$$K_2 = \frac{u r}{(-\Delta P) A g c} \quad (16)$$

Al graficar dt/dv contra V se obtiene una línea recta:



Donde:

La pendiente de esta recta es K_1 y la ordenada al origen es K_2 ; con estos valores de K_1 y K_2 se pueden despejar α y r :

$$\alpha = K_1 \frac{A^2 (-\Delta P) gc}{w} \quad (17)$$

$$r = K_2 \frac{A (-\Delta P) gc}{u} \quad (18)$$

Otra determinación importante es la de los efectos de compresión, es decir, el efecto de la presión en la resistencia específica de la torta. La correlación propuesta de ALMY y LEWIS es la siguiente:

$$\alpha = \alpha_0 (-\Delta P)^s \quad (19)$$

Donde:

α_0 = resistencia específica a una presión de cero (m/kg).

S = Factor de compresibilidad (sin dimensiones).

El valor de S va de 0.1 a 1.0 para valores bajos de S, se dice que la torta es incompresible y para valores altos de la torta es compresible.

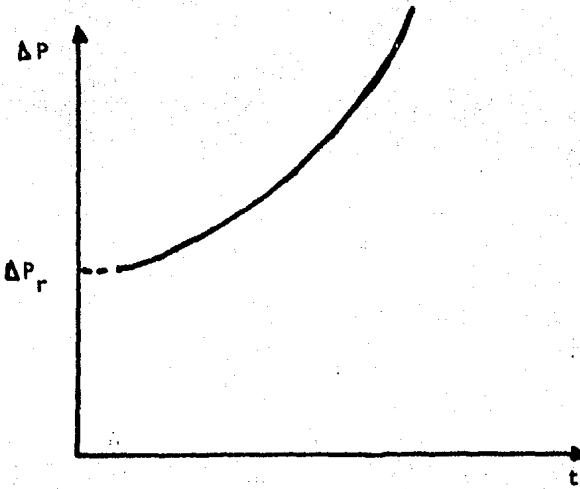
FILTRACION A VELOCIDAD CONSTANTE.

De la ecuación (13):

$$t = \frac{u \alpha W}{2gc (-\Delta P)} \left(\frac{V}{A} \right)^2 + \frac{ru}{(-\Delta P) gc} \left(\frac{V}{A} \right)$$

Para simplificar el uso de esta ecuación, conviene recordar que el valor de α y r dependen del valor de ΔP y como en este caso es variable, se considerará una ΔP para la torta " ΔP_α " y una ΔP para el medio filtrante " ΔP_r ".

Por otra parte la ΔP_r puede estimarse al graficar los datos obtenidos en una grafica de ΔP vs. t:



Con las consideraciones anteriores, la ecuación (13) queda de la siguiente manera:

$$t = \frac{u \alpha w}{2 gc \Delta P} \left(\frac{V}{A} \right)^2 \quad (20)$$

Al separar la variable ΔP y multiplicando y dividiendo por t el segundo miembro de la ecuación:

$$\frac{\Delta P \alpha}{\alpha} = \frac{uw}{2gc} \left(\frac{V}{t A} \right)^2 t \quad (21)$$

$$q = U A$$

$$U = \frac{q}{A} \quad \text{pero} \quad q = \frac{V}{t}$$

$$U = \frac{V}{t} = \frac{V}{t A}$$

Al sustituir en la ecuación (21) queda:

$$\frac{\Delta P_{ot}}{\sigma t} = \frac{u W}{2gc} U^2 t. \quad (22)$$

LA FILTRACION INTERMITENTE, se caracteriza por ciclo largo durante el cual los sólidos se acumulan gradualmente y por una interrupción del flujo durante la descarga y limpieza. En este tipo de filtración se emplean filtros prensa, filtros de cartucho y diversos elementos tubulares u hojas planas.

LA FILTRACION CONTINUA, se caracteriza por una serie continua de ciclos cortos en virtud de que la torta se forma solo en una sección de la superficie filtrante, las demas secciones se someten a lavado, secado y descarga y el flujo continúa sin interrupción.

En este tipo de filtración, se encuentran los filtros de tambor rotatorio, de disco, de banda horizontal y de charolas.

Las ecuaciones que caracterizan a la filtración continúa o se-

rie continúa de ciclos cortos están basados en la integración de la ecuación general de filtración (ec.13).

Para el filtro rotatorio, las operaciones son:

- 1) Formación de la torta
- 2) Lavado de la torta
- 3) Secado parcial de la torta
- 4) Secado térmico, si se requiere
- 5) Descarga de la torta
- 6) Lavado del medio filtrante y/o formación de precapa
- 7) Superficie muerta hasta el inicio del nuevo ciclo.

De las etapas anteriores, las cuatro primeras están controladas por la velocidad de operación del proceso y, a su vez, dependen del tipo de suspensión y de la presión de operación; las tres últimas etapas (descarga, lavado, y superficie muerta) dependen de las características de diseño del equipo.

Las ecuación es propuesta por DAHLSTROM D.A. y POURCHAS D.B., - se deducen de las modificaciones hechas en las ecuaciones establecidas para filtros intermitentes (ec.14)

$$\frac{dt}{dV} = K_1 V + K_2 \quad (14)$$

En la filtración continúa, la resistencia del medio filtrante es despreciable en comparación con la resistencia de la torta. Por lo tanto el factor K_2 puede eliminarse.

Integrando entre los límites de operación, la ecuación ya modificada queda:

$$\int_0^t dt = K_1 \int_0^v v dv \quad (23)$$

$$t = K_1 \frac{v^2}{2} \quad (23)$$

En este tipo de filtración t es el tiempo requerido para la formación de la torta y este tiempo siempre es menor que el tiempo total de ciclo de operación, o sea:

$$t = F t_c \quad (24)$$

Donde:

F = Fracción disponible para la formación de la torta en un filtro, continuo.

t_c = Tiempo del ciclo total de operación.

En un filtro de tambor rotatorio, F , es la sumergencia del tambor en la suspensión.

De acuerdo con la ecuación (15)

$$K_1 = \frac{u \alpha w}{g_c (-\Delta P) A^2} \quad (25)$$

Sustituyendo K_1 en la ecuación (24):

$$F t_c = \frac{u \alpha w}{2 (-\Delta P) g_c} \frac{V^2}{A^2} \quad (26)$$

Despejando $\frac{V}{A}$

$$\frac{V}{A} = \left[\frac{2 (-\Delta P) g_c F t_c}{u \alpha w} \right]^{1/2} \quad (27)$$

Para que la ecuación anterior sea de aplicación más general, habrá que introducir el factor de compresibilidad:

$$\frac{V}{A} = \left[\frac{2 (-\Delta P)^{1-s} g_c F t_c}{u \alpha w} \right]^{1/2} \quad (28)$$

La capacidad de un filtro se expresa como el flujo de filtrado-
q, o sea:

$$q = \frac{V}{A \cdot t_c} = \left[\frac{2 (-\Delta P)^{1-s} g_c F}{W} \right]^{1/2} \quad (29)$$

Siendo estas ecuaciones las básicas que definen las características de la filtración.

II - 5.5. MEDIO FILTRANTE.

Lo fundamental en cualquier tipo de filtro es el medio filtrante. Las características de un medio filtrante dependen de las propiedades del material del que se fabrica y las técnicas empleadas para su elaboración. La selección de un medio filtrante, se realiza tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Tamaño mínimo de partícula retenida
- Permeabilidad o resistencia al flujo
- Relación entre oclusión del medio o incremento de resistencia al flujo.
- Resistencia al calor, a la acción de productos químicos a la abrasión y a la flexión.
- Resistencia a la rotura
- Estabilidad dimensional
- Facilidad de limpieza

TIPOS DE MEDIOS FILTRANTES:

Telas metálicas, telas naturales y sintéticas, placas de asbestos o celulosa, hojas de papel de celulosa o de fibra de vidrio, solidos --
suelos etc.

11- 5.6 FILTRO AYUDA

Es un material finamente dividido que no se compacta ni comprime por la presión que ejerce el líquido al pasar a través de este tipo de materiales. Son adecuados a suspensiones que presentan problemas de compresibilidad en la filtración, dificultad en la misma o por tamaño de partículas muy pequeñas.

Los requerimientos para un filtro ayuda son:

- Inerte
- Ligero
- Formar una torta porosa

El más usado es la tierra de diatomacea, carbón activado, pulpa de papel etc.

Enfocada la operación de filtración a la formación en una máquina de papel, se puede integrar a la formación en tres procesos hidrodinámicos, los cuales son:

- a) Drenado
- b) Esfuerzo cortante de orientación
- c) Turbulencia

a) Drenado

Es un flujo que atraviesa la malla filtrante el cual no es completamente perpendicular al plano de la misma, se caracteriza por ser una velocidad de flujo que puede y generalmente cambia con el tiempo.

b) Esfuerzo cortante de orientación.

Es también un flujo de corte y con un patrón diferente en la suspensión de fibras no drenadas. Se caracteriza por una diferencia o un gradiente medio de velocidad y por su forma de orientación. Ejemplo de esto es la diferencia de velocidad en dirección máquina que existe entre la descarga de la caja de entrada y la tela de formación y otra sería de velocidad de oscilación transversal a la mesa de la suspensión libre de pasta ocasionada por el mecanismo de traqueo.

c) Turbulencia.

Es una variación desordenada en la velocidad de flujo en la sus

pensión de fibras retenidas.

La turbulencia se caracteriza basicamente por:

Un depósito de fibras, que es una medida sobre la distancia me
dia en la que la velocidad de fluctuación ocurre.

La intensidad, que es una medida de la magnitud de la veloci--
dad de fluctuación.

En la formación todos estos procesos hidrodinámicos se suceden
simultaneamente; no distribuyéndose uniformemente en tiempo y espacio, no -
siendo independientes uno de otro sino que se interfieren.

La consecuencia más importante del drenado, es la eliminación-
de agua de la suspensión fibrosa, estas últimas son acarreadas por la suspen-
sión y depositadas sobre una malla filtrante y consolidada en una capa con-
centrada de fibras.

Dependiendo del estado de movilidad de las fibras en la suspen-
sión retenida, el drenado se lleva a cabo de acuerdo con alguno de los si--
guientes mecanismos; filtración o aumento de espesor.

La filtración ocurre cuando la suspensión de fibras esta movil
o libre de moverse independientemente, estableciendose una diferencia entre

la capa concentrada depositada en la malla y la suspensión diluida que se aproxima, permaneciendo la concentración de la suspensión retenida casi constante.

El espesamiento o aumento en grosor por otra parte ocurre cuando las fibras en suspensión son inmovilizadas y atrapadas entre sí para formar una red de fibras. Esta red es una estructura sólida de fibras que constantemente se va colapsando a medida que el drenado prosigue, la concentración de fibras en la hoja consolidada va aumentando de abajo hacia arriba. En esta forma la red de fibras depositadas se comporta como medio filtrante.

Para que la filtración ocurra, la dispersión debe de existir - mientras el drenado se lleva a cabo. En donde la turbulencia es utilizada - para generar la dispersión, no es suficiente que la red de fibras se disperse antes de que el drenado suceda, ya que la turbulencia rápidamente se reduce y la dispersión de fibras también lo hace. Por lo que la dispersión debe regenerarse en la zona de drenado.

El desarrollo de la teoría de lo que sucede en la mesa de formación relacionado con la filtración, hace uso de la ecuación empírica Darcy para flujos laminares suaves a través de medios porosos, en la cual se asume que los efectos de la inercia del fluido son despreciables.

Una forma diferencial de la ecuación de D ARCY para la filtración de suspensión fibrosa es la siguiente:

$$U = \frac{1}{uR} \frac{dp}{dw} \quad (30)$$

donde:

U = Viscosidad de filtración o relación de flujo por unidad de área de la capa.

u = Viscosidad de la suspensión.

$\frac{dp}{dw}$ = Gradiente de presión a través de la capa tomando en cuenta el peso base.

R = Resistencia específica de la capa filtrante.

La dificultad para aplicar la ecuación No. 30 a la filtración de suspensiones fibrosas es que las fibras forman capas compresibles y son compactadas por el gradiente de presión. De aquí que la resistencia a la filtración R , no es independiente del gradiente de presión dp/dw y el gradiente de presión varía de acuerdo con el espesor de la capa de fibras.

Esta dificultad puede corregirse por el análisis básico de KOZENY-CARMAN; este análisis da una expresión de la resistencia específica de filtración en términos de las propiedades básicas de las fibras que integran la capa, volumen específico, superficie específica y porosidad de la

capa de fibras.

$$K = \frac{e^3}{k S_v^2 (1-e)^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

La relación expresa cuantitativamente la experiencia común de que la resistencia al drenado aumenta, cuando la capa compactada (reducción en porosidad e) y cuando las fibras están refinadas y desintegradas (aumento en la superficie específica S_v y el volumen específico.)

La porosidad está relacionada con el gradiente de presión y esta relación puede ser determinada experimentalmente. Sustituyendo esta expresión, puede ser integrada sobre el espesor de la capa de fibras de pulpa depositada, para obtener una ecuación integral de filtración en términos de las variables externas que pueden ser fácilmente medidas.

La teoría de filtración ha sido aún más desarrollada incluyendo los efectos de inercia para cubrir las relaciones altas de filtración. -- Una ecuación que incluye la inercia así como los efectos de viscosidad, equivalente a la ecuación de D ARCY para efectos de viscosidad únicamente es:

$$\frac{dp}{dw} = a u U + b p U^2 \quad (31)$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido suspendido

Las cantidades de \underline{a} y \underline{b} son denominadas coeficientes de resistencia de viscosidad e inercia respectivamente.

\underline{a} es equivalente a la resistencia específica viscosa de filtración.

En forma similar, se deduce que el coeficiente de resistencia a la inercia \underline{b} es:

$$b = \frac{B' S_v V}{e^3} \quad (32)$$

En donde B' es un factor empírico que depende principalmente de la porosidad de las capas de fibras.

Una forma integrada de la ecuación (31) ha sido definida y puede ser expresada, simplemente como un factor de fricción.

La ecuación del número de REYNOLDS para filtración es:

$$f = \frac{\alpha}{Re} + B$$

En donde α y B son constantes empíricas determinadas.

La definición del factor de fricción f y del número de REYNOLD

Re son:

$$f = \frac{e^{-3} P}{v S v_p U^2 W}$$

$$Re = \frac{P U}{u S v (1-e)}$$

En donde P es la caída de presión a través del total de la capa de fibras de peso base W y e es una porosidad promedio aplicada al total de la torta filtrante.

II - 5.7 FORMACION Y RETENCION.

El término formación describe la calidad general del papel al ser ésta inspeccionada con la vista a contraluz, observando la relativa uniformidad de la dispersión de fibras y tamaño de los floculos.

La formación también es el proceso seguido por una suspensión acuosa de fibras y finos en la fabricación de una hoja de papel.

Ambos conceptos son independientes ya que las propiedades espe

cíficas del papel van a ser decididas o dadas por el papelerero encargado de fabricarlo. El grado de orientación de las fibras va a afectar algunas de las características físicas de la hoja como son resistencia a la tensión, al rasgado, lisura, opacidad y porosidad, todas estas propiedades medibles e influenciadas por la formación de la hoja de papel en la zona inicial, sobre todo por la incidencia de la descarga del chorro de pasta sobre la tela.

Se puede definir estrictamente la palabra formación como el conseguir un depósito uniforme, ordenado de fibras, finos y cargas sobre una tela de formación y puede obtenerse teniendo en cuenta alguna de las siguientes condiciones:

- a) La descarga de pasta debe ser tan homogénea como sea posible evitando al máximo la floculación.
- b) La descarga de pasta no debe destruirse al impacto con la tela, a su vez que debe generar auto turbulencia.
- c) Debe de existir en cierto grado agitación capaz de generar una dispersión uniforme de fibras y cargas.
- d) Agitación y actividad deben continuamente integrarse hasta que una hoja de mayor consistencia haya sido formada.
- e) La transición de la zona de formación hasta la primera caja de succión requiere de un balance decreciente en la agita-

ción, mientras que las fuerzas que afectan el drenado deben ir en aumento.

RETENCION.

En una forma estricta o ideal sería retener el total de partículas sólidas que se descargan a través del labio de la caja de entrada y drenar únicamente agua. Esto en la práctica es imposible por la naturaleza misma del proceso utilizado en la formación de la hoja, por el equipo involucrado. El agua (blanca) removida de la zona de formación contiene una -- proporción variable de finos. A la cantidad de sólidos en suspensión retenidos en la hoja se le da el nombre de retención de primer paso o retención de Tela.

FACTORES DE TIPO OPERACIONAL QUE PUEDEN AFECTAR LA RETENCION.

- a) Parámetro en la caja de entrada, velocidad de descarga del chorro de pasta.
- b) Velocidad de la Máquina.
- c) Intensidad y tipo de drenado
- d) Utilización de agua blanca.
- e) Diseño de la tela de formación.
- f) Químicos en la pasta

Consideraciones sobre retención.

- a) La recirculación de finos aumenta la consistencia en la caja de entrada, a su vez que reduce el freeness y reduce por lo tanto la capacidad de drenado en la mesa.

En el cuadro III-D, da una idea de los efectos que se producen al añadir agua blanca con finos a algunas pastas.

Los tiempos de drenado aumentan a medida que el contenido de finos se incrementa.

T A B L A I I - D
ADICION DE FINOS AL AGUA BLANCA

<u>SULFITO SIN BLANQUEAR</u>		<u>30% MECANICA</u>		<u>SULFITO REFINADO</u>	
<u>% FINOS</u>	<u>TIEMPO DRENADO</u>	<u>% FINOS</u>	<u>TIEMPO DRENADO</u>	<u>%FINOS</u>	<u>TIEMPO DRENADO</u>
0	6.75	0	7.5	0	7.5
6	7.75	12	8.75	4	8.0
11	9.0	22	15.5	8.5	9.75
15	12.0	29.5	26.5	12.0	12.0
19	15.5	36.0	45.0	15.5	16.0
21	21.5	38.5	50.0	17.0	17.5

- b) La captación de fibras en el recuperador es más difícil, - la capacidad del fieltro disminuye y cualquier cambio de - condiciones en la máquina causan problemas en la operación.
- c) Aguas blancas con altos contenidos de finos originan pro-- blemas de limpieza.

11 - 6. PRENSADO

Después de la sección de formación, el papel pasa hacia la -- sección de prensado y secado para seguir perdiendo agua, la hoja que sale - de la sección de la tela es una red fibrosa parcialmente saturada que puede ser comprimida a un volumen que no es suficiente para contener toda el agua originalmente presente.

El papel y el fieltro, son estructuras capilares parcialmente saturadas con agua y capaces de comprimirse.

El fieltro tiene capilares más grandes, contiene menos agua - que el papel y es mucho más denso; por consiguiente es más resistente a la - compresión.

Debido a los capilares más grandes, los fieltros tienen mucho

menos resistencia al flujo que el papel y al mismo tiempo tienen una actividad capilar mucho más pequeña.

A continuación se presenta la figura III-6-A, donde se mues--tran las zonas de contacto en la sección de prensado entre un fieltro y una prensa.

Tanto el fieltro como el papel están sin saturar al entrar en la zona de contacto. Ambos contienen suficiente cantidad de agua para al--canzar la saturación antes de llegar al centro de la zona de contacto. Se -ilustra la forma geométrica, la distribución de la presión de prensado, los mecanismos de transporte del agua y las curvas de espesor del papel y del -fieltro.

Esta zona está dividida en cuatro etapas:

ETAPA 1.- La presión total en la hoja crece a causa de la --compresión. Comienza en la entrada a la zona de contacto en donde empieza la curva de la presión de prensado, y se extiende hasta el punto en que el papel se ha saturado.

El fieltro está sin saturar durante toda la etapa 1. En esta etapa no se desarrolla ninguna resistencia hidráulica.

ETAPA 2.- La hoja de papel ha llegado a la saturación, la --presión hidráulica aumenta y el agua removida y expulsado del papel al fiell

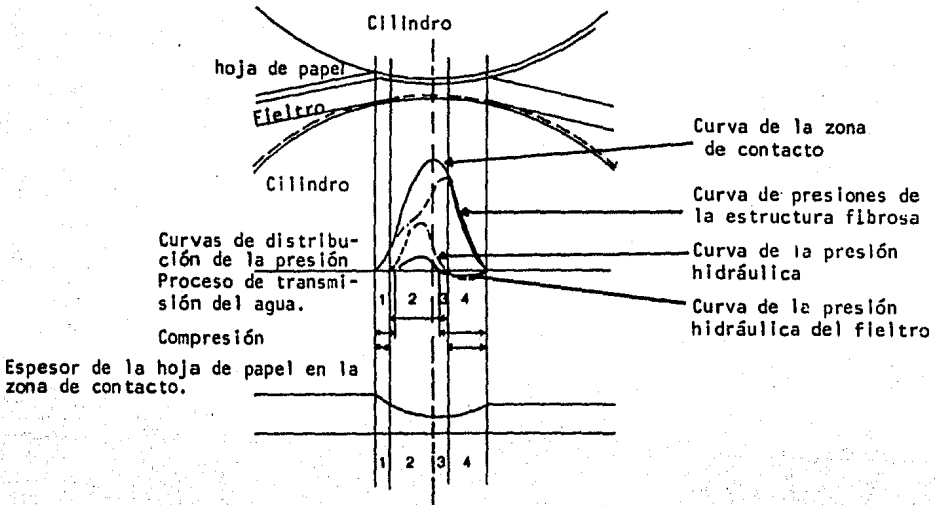


FIGURA 11 - 6 - A

ZONA DE CONTACTO EN UNA PRENSA

tro. El fieltro llega a la saturación y se crea una presión hidráulica que produce una corriente de agua desde el fieltro hasta los espacios libres -- existentes bajo el fieltro.

En esta etapa aumenta la fuerza de compresión sobre la estructura del papel y del fieltro. La presión hidráulica en el fieltro y en el papel llega a un máximo situado antes del centro de la zona de contacto.

ETAPA 3.- Se extiende desde el máximo de la curva de la zona de contacto hasta el punto correspondiente al máximo contenido seco del papel. Este punto corresponde al máximo de la curva representativa de la presión de compresión en la hoja de papel. En esta zona de expansión, el fieltro pasa del punto en que es nula la presión hidráulica y de nuevo vuelve a estar sin saturar.

ETAPA 4.- Tanto el papel como el fieltro se expanden en esta etapa y el papel queda sin saturar. En ambos materiales se crea una presión hidráulica negativa; las fuerzas de compresión que actúan sobre la estructura de la hoja y del fieltro son mayores que la presión total. En esta etapa entrará aire en el papel en igual forma que podría entrar aire en el fieltro durante la etapa 3. Sin embargo, el vacío debido a la expansión será mayor en el papel que en el fieltro, por lo que se produce una circula

ción de aire y agua en el interior del fieltro y desde el fieltro hasta el papel.

Las fuerzas capilares actuarán dentro, entre el papel y el fieltro, en este sistema de dos fases.

Cuando el papel y el fieltro se separan al final de la etapa 4, el agua que se presenta en la superficie límite entre ellos se divide a consecuencia de la separación de películas.

En la etapa 4, el papel entra con un contenido seco máximo y absorbe luego agua al fieltro. En esta etapa, sólo existe un sistema de dos fases de aire y agua.

El mecanismo de transferencia se consigue únicamente debido a las fuerzas capilares existentes en la capa límite entre el papel y el fieltro debido a la circulación a consecuencia de la diferencia de presión creada entre ellos por la expansión.

En la zona de contacto, los procesos básicos que se desarrollan son, por una parte; la compresión del papel durante la entrada a la zona de contacto y por otra parte, la reabsorción del agua en la zona de expansión sin saturar a la salida de la zona de contacto, con lo que se transfiere agua del fieltro al papel.

En la mayoría de las zonas de contacto, el fieltro es un componente necesario. La misión del fieltro es constituir una estructura en la que puede pasar el agua del papel en la entrada de la zona de contacto, y que retiene la mayor parte de ésta agua después de la etapa de expansión.

Además el fieltro debe de distribuir uniformemente en el papel la presión de prensado y proporcionar una zona de contacto y un equilibrio de la fuerza de prensado, para dar suficiente tiempo para que circule el agua.

En muchos de los casos, el contenido de agua del fieltro no está determinado por el equilibrio durante el prensado, sino por los equipos para limpieza y para extracción de agua del fieltro.

Los dispositivos para extracción de agua de los fieltros pueden estar constituidos por cajas aspirantes fijas, por prensas de succión y por prensas ranuradas.

Todos estos sistemas tienen distintas propiedades.

Las prensas ranuradas eliminan el agua por compresión, y el factor determinante es la rehumectación mediante agua procedente de las ranuras.

Este tipo de prensa solo puede disminuir el contenido de agua hasta un valor determinado por las propiedades de compresión del fieltro.

En tales prensas, el fieltro queda saturado en el punto central de la zona de contacto.

Las prensas de succión o aspirantes permiten reducir el contenido de humedad del fieltro por debajo del punto de saturación determinado por la compresión, por lo que son un medio satisfactorio para proveer de fieltro seco a la zona de contacto.

Su eficiencia aumenta con el vacío, que debe ser elevado (350-500 mmHg) para conseguir que el fieltro esté seco.

Las cajas de succión fijas, son dispositivos eficientes para extraer el agua de los fieltros, especialmente a bajas velocidades (600 - - mpm.).

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DE FIELTROS.

III - 1. DISEÑO:

El diseño involucra todos los tipos de vestiduras, área de aplicación, tejidos, material, tipo y costo.

El manejo de éstos parámetros, nos proveen una máxima durabilidad, permeabilidad deseada y óptima capacidad de agua removida. Cada pieza de la vestidura de la máquina de papel tiene sus especificaciones particulares. Así por ejemplo las especificaciones de diseño aseguran -- que está realizada, fabricada y supervisada estrictamente por control de calidad a través de todas las fases de su proceso.

III - 2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

a) DRENADO

Esta propiedad se refiere a la facilidad que presenta la vestidura para eliminar agua de la máquina. El tipo de hoja de papel, fibra utilizada, velocidad de máquina, características del rodillo prensa; son algunas variables que deben ser consideradas para el análisis de drenado.

El drenado puede ser relacionado a la permeabilidad, la cual-

es una medida estandar de abertura de la estructura de la vestidura; defini da como un pie cubico de aire que atraviesa por un pie cuadrado de fabrica- ción, en un minuto, a una presión diferencial o diferencia de presión de me dia pulgada de agua.

b) DURABILIDAD

La durabilidad básicamente está referida a la vida de la ves- tidura, la que involucra a varios factores como resistencia a la tensión de operación, resistencia a cambios de tamaño, resistencia a la degradación -- química, resistencia a la abrasión, etc.

III - 3. CLASIFICACION DE VESTIDURAS EN LAS MAQUINAS DE PAPEL.

En las tablas III-A, III-B III-C, se encuentran separadas las características generales de los tipos de vestiduras en la máquina de pa- pel. Cada vestidura está dividida en clases, basadas en el grado de finu- ra o de aspereza y sus aplicaciones.

La clasificación de las vestiduras varía internacionalmente,

pero se enlistan con el nombre genérico que se utiliza en América.

T A B L A III - A
CLASIFICACION DE MALLAS DE FORMACION

NOMBRE GENERICO	CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION	CLASE	MALLA POR CM	APLICACION
TELA PLASTICA	Una o dos capas tejidas con monofilamentos sintéticos - en dirección y a través de la máquina. El contenido de fibras es 100% sintético.	BURDO	24 x 20	Para cartón
		MEDIA	41 x 34	Para corrugado
			41 x 41	
			55 x 38	Para corrugado
			55 x 48	Para sacos Kraft
		FINA	70 x 46	Para sacos Kraft
			70 x 60	y papel bond
			80 x 55	Para papel bond
80 x 76	Para tissue			
SUPER FINA	90 x 70	Para papel bond		
	90 x 90	Para carbón		
	100 x 94	Papel carbón y		
		papel cigarro		
TELA METALI- CA.	Para mallas burdas - pueden ser usadas - multi-cuerdas torcidas. Para mallas medias deben ser usadas cuerdas sencillas. Los metales comunes a usar son el bronce y el acero - inoxidable.	BURDO	20 x 24	Igual que para telas plásticas
		MEDIA	39 x 55	
			55 x 60	
			60 x 70	
		FINA	75 x 80	
SUPER FINA	100 x 100			

T A B L A III - B
 CLASIFICACION DE VESTIDURAS DE PRENSADO

NOMBRE GENERICO	CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION	CLASE	APLICACION
CONVENCIO NAL	Fielto tradicional de lana tejido en dirección y a través de máquina. El contenido de fibras es predominante la lana con porcentaje - bajo de sintético.	BURDO	Para pulpas al sulfato y al sulfito.
		MEDIO	Para kraft, tissue con secadores Yankee
		FINO	Para papel Kraft de bajo peso y fourdrinier -- con mesa.
		SUPER FINO	Para máquina Yankee tissue y -- varios grados de papel fino -- que requieren una buena formación.
		EXTRA FINO	Para papeles -- que requieren -- extremada buena formación.
VELO SO- BRE BASE	Base tejida en dirección y a través de máquina. El -- contenido de fibra es de -- 100% sintética, en el velo y la base	BURDO	Misma como para ra fieltro convencional.
		MEDIO	
		FINO	
		SUPER FINO	

VELO SOB-
BRE MALLA

Existen tres tipos:

1) La base o malla fabricada con multifilamentos sintéticos en dirección y a través de máquina. El contenido de fibra es 100% sintético.

MEDIO

FINO

SUPER
FINO

Misma como para fieltro convencional.

2) Mayor permeabilidad, una sencilla capa de base fabricada con multifilamentos sintéticos en dirección de la máquina y monofilamentos sintéticos a través de la máquina. El contenido de fibras es siempre 100% sintéticas.

3) La base fabricada por multifilamentos sintéticos tratados en dirección y a través de la máquina. El hilo cuando es tratado o curado con resina produce una relativa compresibilidad en la estructura del tejido.

COMBINADO

Dos capas tejidas producen una rígida base de un gran volumen o vacío disponible. La composición de la base en su mayor parte son monofilamentos sintéticos y una pequeña porción de multifilamentos. Es 100% sintético.

Para todo tipo de prensas, incluyen do planas, para un gran rango de grados de papel para máquina de altas velocidades.

VELO SOB-
BRE BASE
(con hilo de base tratado).

La base hecha con hilos tratados con resina. Tejidos en dirección y a través de máquina. Es 100% sintético.

MEDIO

FINO

Misma como para fieltro convencional.

T A B L A I I I - C

CLASIFICACION DE VESTIDURAS DE SECADO

NOMBRE GENERICO	CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION	APLICACION
DE LANA	Los hilos tejidos en dirección y a través de máquina y luego compactados producen una estructura densa y suave, el contenido de fibra puede ser 100% de lana o lana y sintético.	Para papel cigarro, papel tissue y papel fotográfico.
CONVENCIONAL	Dos o tres capas tejidas en dirección y a través de la máquina. El contenido de fibras puede ser algodón y/o sintético.	Para todo los grados de papel.
AGUJADO VELO SOBRE BASE	La base fabricada con hilos tejidos en dirección y a través de la máquina. El contenido de fibra de velo es usualmente 100 % sintético la base puede ser de algodón y/o sintética.	Para papeles finos
TEJIDO ABIERTO	Dos o tres capas tejidas. El contenido de fibras varía desde un alto porcentaje de algodón y bajo sintético en dirección de máquina o solo sintético. A través de máquina es una combinación de sintético y natural.	Para todos los grados de papel

III - 4. TIPOS Y FORMAS DE MATERIALES

Las fibras utilizadas para la fabricación de vestiduras pueden dividirse en dos categorías:

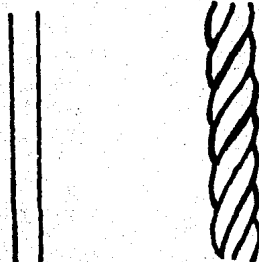
- A) Fibras naturales
- B) Fibras sintéticas

Las fibras naturales incluyen el algodón, lana y asbestos. - Las fibras sintéticas o hechas por el hombre, son elaboradas por síntesis químicas y pueden ser monofilamentos y multifilamentos.

Un monofilamento es un filamento sintético simple usado en las vestiduras para las máquinas de papel cuyo diámetro varía de 0.002 in. a 0.024 in. y usualmente no es torcido para su uso.

Un multifilamento es un hilo flexible compuesto por muchos filamentos finos, continuos y torcidos severamente para su uso. Se observan su forma en la figura III-4-A.

FIGURA III-4-A



MONOFILAMENTO

MULTIFILAMENTO

III - 5. PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES

En la tabla III-D. se enlistan algunas propiedades importantes de las fibras sintéticas y naturales; así como su nombre genérico.

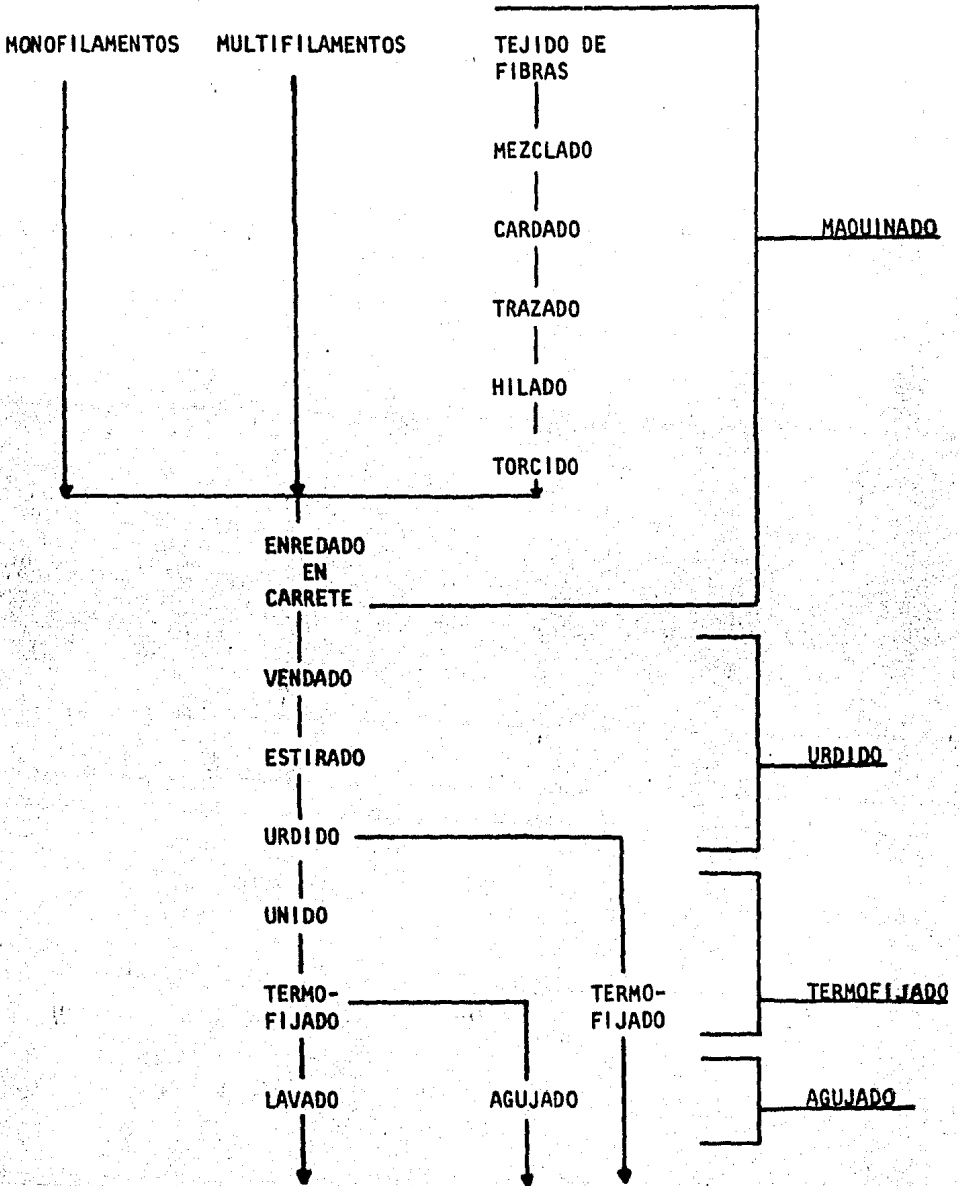
T A B L A III - D

FIBRA	NOMBRE GENÉRICO	FORMA		TENSION	RESISTENCIAS		
		MULTI	MONO		ABRASION	ACIDO	ALCALIS
DACRON	POLIESTER	x	x	excel.	buena	buena	media
ORLON	ACRILICO	x		buena	- - -	buena	media
NYLON	NYLON POLIAMIDA	x	x	excel.	excel.	mala	excel.
NOMEX	POLIAMIDA AROMATICA DE NYLON	x		excel.	excel.	media	buena
POLI-PROPILENO.	POLIOLEFIN	x	x	excel.	excel.	excel.	excel.
LANA	PROTEINA FIBRA NATURAL			media	media	mala	mala
ALGODON	CELULOSA FIBRA NATURAL			media	media	mala	excel.

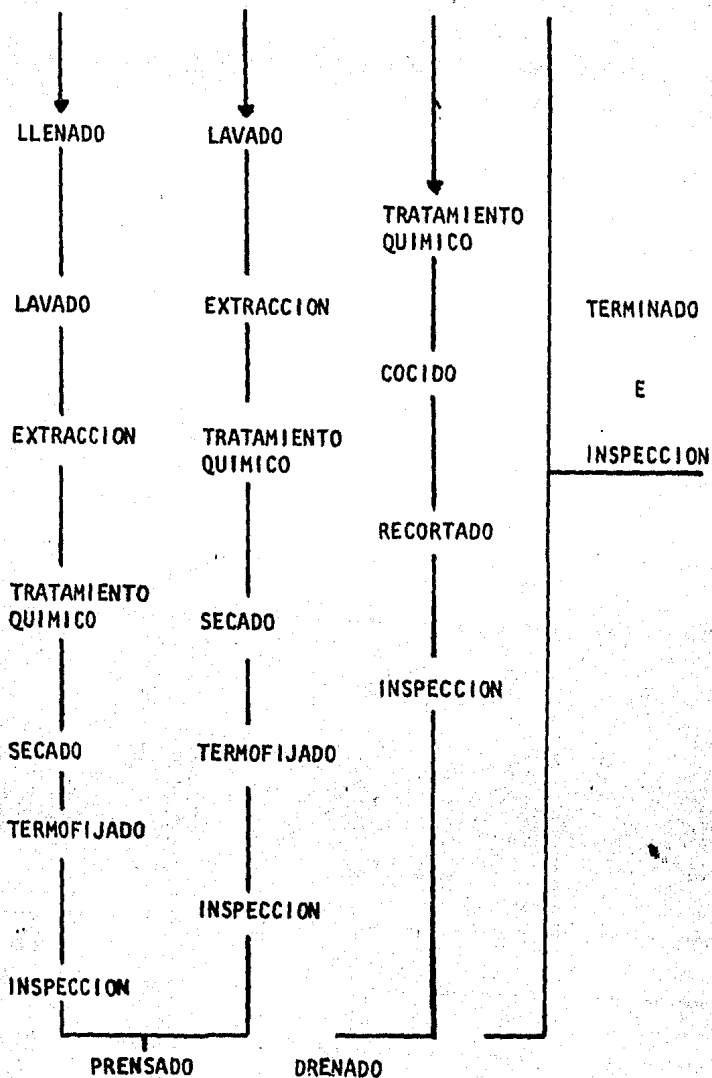
En base al conocimiento de los problemas operativos y de proceso de una máquina de papel, una vestidura puede fabricarse con la selección de las fibras que favorezcan a la solución del problema en función de las propiedades que presentan.

III - 6. DESCRIPCION DEL PROCESO

A continuación se describen en un diagrama de flujo, las diferentes operaciones que intervienen en la fabricación de fieltros.



CONTINUACION



III - 7 MAQUINADO

Los multifilamentos y monofilamentos sintéticos son usualmente preparados por disolución de polímeros básicos, luego son colocados en moldes para que posteriormente los filamentos formados sean estirados asegurándose de la orientación.

Primeramente las fibras sintéticas y naturales son mecánicamente mezcladas. Las fibras son colocadas dentro de un molde provisto de un transportador. Una pequeña cantidad de aceite es esparcido dentro de las fibras como lubricante para posteriores operaciones y para la prevención de la degradación de la fibra.

Después del mezclado, las fibras son cardadas y alineadas más o menos paralelamente una de otra.

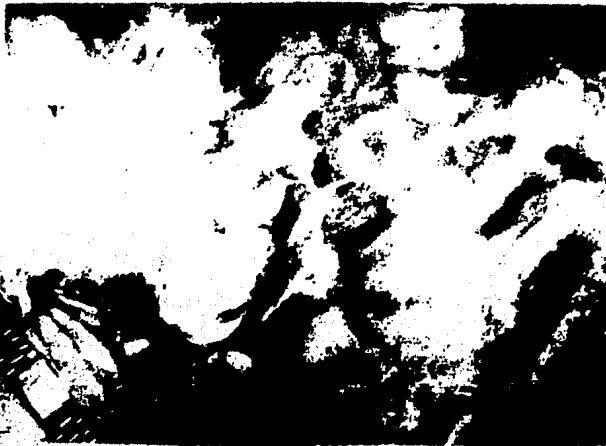
El tejido produce más tarde un hilado suave, voluminoso en forma de bobinas. Al estirarse se reduce el peso por unidad de longitud. El tiro da resistencia al hilo hecho de pequeñas fibras torcidas llamándose "hilo pegable".

Las fibras son puestas en contacto con vapor en una cámara de humidificación para, primeramente, eliminar la agilidad de las fibras y se-

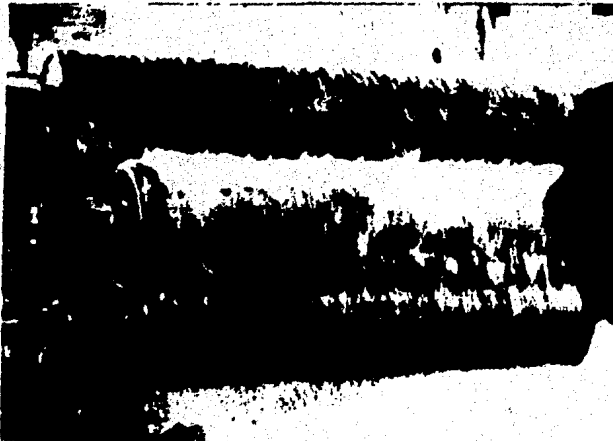
gundo el tiro.

Posteriormente se hacen pruebas de peso, tiro y resistencia a la tensión. A continuación se obserban en las figuras **III-7-A, III-7-B y - - III-7-C**, el mezclado, cardado e hilado.

FIGURA III - 7 - A

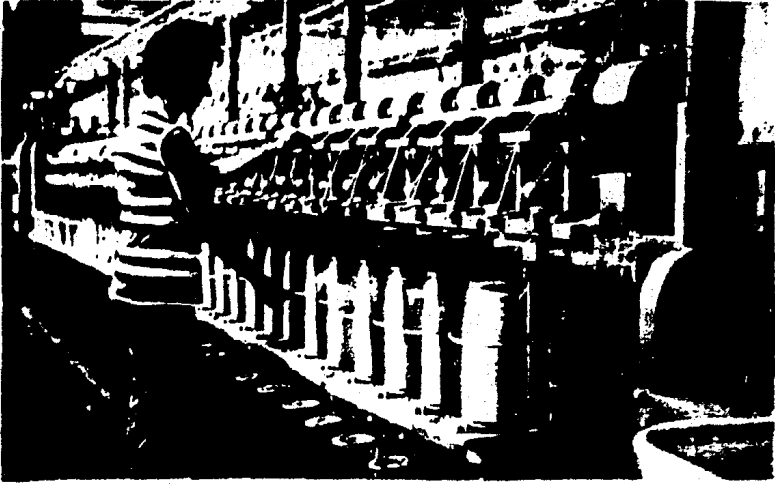


MEZCLADO



CARDADO

FIGURA III - 7 - C



H I L A D O

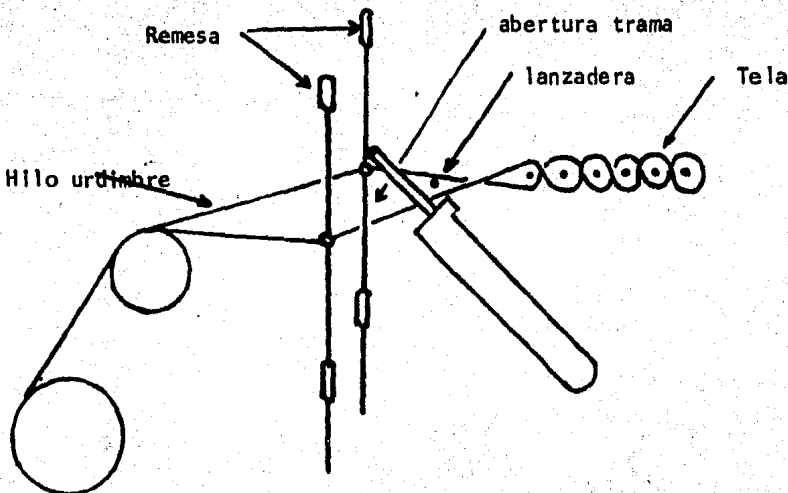
III - 8. URDIDO

El urdido es básicamente el intercalamiento o entrecruzamiento correcto de dos sistemas de hilos: La Urdimbre o hilo longitudinal y la Trama o hilo transversal.

Los hilos longitudinales se entrelazan paralelamente montados detrás de un telar; éstos hilos son luego introducidos a través de una lanzadera.

En la figura III-8-A, muestra un diseño simplificado de un sistema de tejido. Los hilos de empalme son insertados por una lanzadera a través de tejido abierto en el sistema de urdimbre.

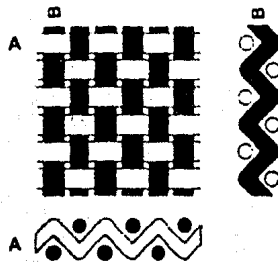
FIGURA III- 8 - A



III - 8.1 MODELOS BASICOS

Tres modelos básicos de tejido son ilustrados en la figura --
III-8-B.

FIGURA III- 8 - B



a) EL PLANO:

El tejido plano es sencillo, los hilos de empalme pasan alternados sobre la urdimbre. Este tejido es muy fuerte y estable, así como poco desuniforme en la superficie por la curvatura corta del hilo.

b) DE VUELTA O FLOREO:

El tejido es construido por entrecruzamiento de la urdimbre y la trama en línea diagonal. Desde que-

este tejido tuvo menos intersecciones que el tejido plano las propiedades mecánicas del tejido son diferentes. El tejido de floreo lleno es que cruza la trama dos hilos de urdimbre.

c) DE FLOREO ABATIDO:

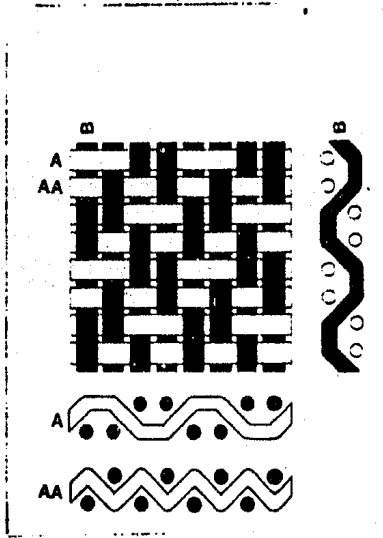
Es una variación del tejido de floreo lleno: Cada segundo hilo de trama es tejido como un modelo plano para adicionar estabilidad y el hilo tejido posterior pasa por encima y abajo dos hilos de urdimbre.

d) RECTO:

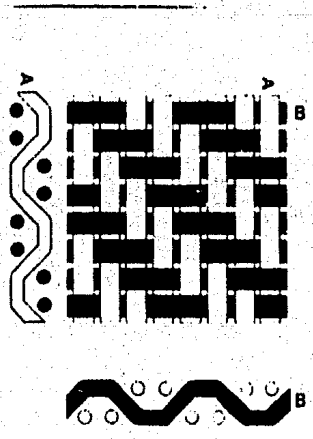
Este modelo sigue un tejido de cuatro hilos por arriba y cuatro hilos por abajo, y es usado para clases finas de vestiduras de prensado. La alta cuenta de hilos por pulgada de tejido dan un fieltro cerrado que da una superficie suave para un buen drenado.

e) EL RASO:

Este modelo tiene una cara o lado usualmente con más hilos de trama. El tejido de cuatro líneas es un tejido excelente para vestiduras de prensado.



DE VUELTA O FLOREO



DE FLOREO ABATIDO

III - 9. AGUJADO

La unión mecánica formada por el agujado sustituye por completo en los fieltros convencionales la contracción y la estabilidad de este.

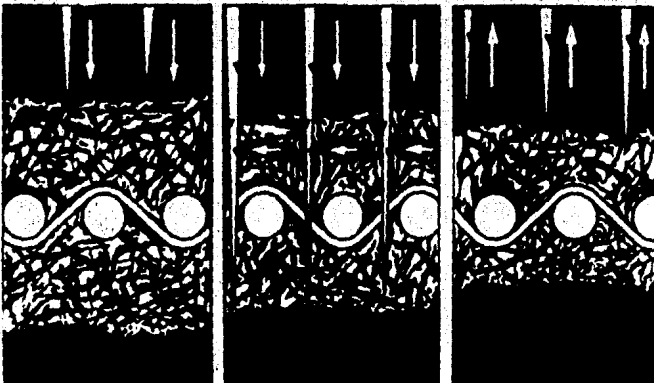
Un fieltro agujado es compuesto por dos partes básicas: La fabricación de la base y el velo.

La fabricación de la base (tejido), ayuda a la resistencia y estabilidad. El velo, formado por hilos o fibras cardadas, es colocado dentro de la base justamente antes de pasar a través de la máquina de agujar. - La cantidad de velo en la capa puede variar y aplicarse a ambos lados.

Las características del velo, como la penetración de la aguja y el número de pases a través del tejido, fijan el terminado y abertura del fieltro.

El descenso de la aguja, sujeta varias fibras de velo por efecto de fuerza sobre la fabricación de la base. Cada pulgada cuadrada de fieltro puede ser expuesto a más de 2,500 penetraciones de aguja.

FIGURA III- 9 - A



AGUJADO

A continuación se describen en la tabla III-E, las características de los modelos básicos en su operación.

T A B L A III - E

CARACTERISTICAS DE VESTIDURAS DE PRENSADO

MODELO	VOLUMEN	ESTABILIDAD	ACABADO	DRENADO	DURABILIDAD
PLANO	6	1	6	6	1
RASO	5	3	1	3	5
DOS PLANOS	2	5	4	2	4
RECTO CRUZADO	4	4	2	5	3
FLOREN ABATIDO	3	2	5	4	2

DONDE: 1 = EXCELENTE

6 = DEFICIENTE

III- 10. TRATAMIENTOS Y ACABADO

Las operaciones de acabado para una vestidura de máquina de papel son diversas. Los fieltros convencionales no son agujados pero se humedecen con una solución de jabón y luego se sumerge dentro de un batidor rotatorio; el cual consta de un rodillo fijo.

Antes de que el fieltro entero haga el níp o contacto con el rodillo es pasado a través de una ranura vertical, donde puede ser ajustado en su ancho.

La compactación que ocurre por esta acción combinada, causa que el fieltro se encoja a lo ancho.

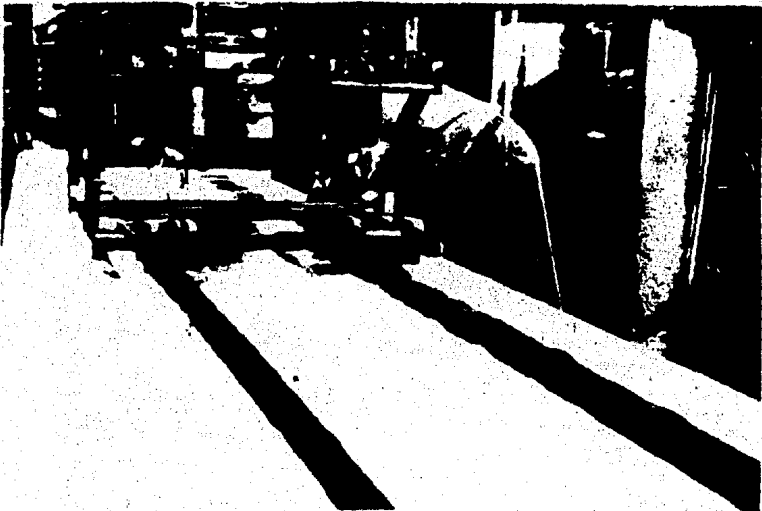
La contracción puede dar una disminución del 20 % de la longitud original del fieltro y en un 50 a 60 % en su ancho.

Este proceso de control determina el tamaño final y la tensión del fieltro por el enlace mecánico de las fibras individuales.

III- 11. APLICACION DE LA LINEA DE MARCA

La línea de marca es aplicada con una pintura especial al agujado del fieltro.

Los fieltros convencionales presentan líneas semejantes, éstas líneas muestran la costura, como corrimiento por la tensión y sirve como un indicador general de operación. Puede aplicarse en la cara exterior del fieltro y colocarse en una sola dirección.

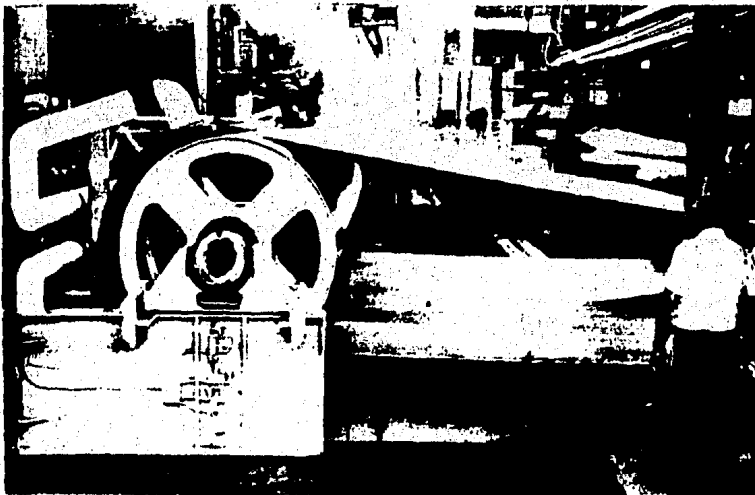
FIGURA III- 11 - A**APLICACION DE LA LINEA DE MARCA**

III - 12. SECADO

La vestidura es secada en una manera similar al secado del papel. El fieltro húmedo es colocado dentro de un secador rotatorio y es sometido a tensión de diseño dictaminada por el tipo de máquina, velocidad y su aplicación.

Si es necesario el fieltro es disminuído o recortado en su ancho. El secado es luego completado aplicando una alta tensión que da una ganancia adicional a la longitud de la vestidura que permitirá una fácil instalación en la máquina de papel.

FIGURA III - 12 - A



SECADO DEL FIELTRO

III - 13. INSPECCION FINAL

Durante el proceso de la manufactura de toda la vestidura debe ser minuciosamente revisada en sus propiedades de largo, ancho y tensión.

Otras mediciones que deben de tomarse en cuenta también, incluyendo las variaciones de masa y densidad en dirección y a través de la máquina, son la permeabilidad y el calibre.

Los fieltros son colocados dentro de una zona bien iluminada donde son examinados visualmente.

El personal de control de calidad toma la desición de aprobación final de la vestidura.

FIGURA III - 13 - A**INSPECCION FINAL DEL FIELTRO**

CAPITULO IV

PRINCIPALES PROBLEMAS OPERATIVOS EN LA MAQUINA DE PAPEL AL USO DE FIELTROS

En la fabricación de papel existen un sin número de problemas-operativos que intervienen directamente en la eficiencia de la máquina.

De los más comunes, son los que aporta una vestidura de prensa do, ya que está directamente relacionado con la velocidad de máquina, capacidad de secado (consumo de gas y vapor).

IV-1. CARACTERISTICAS DE FIELTROS.

Características ideales:

Material no compresible, con alta permeabilidad vertical y lateral y capilares pequeños de la superficie.

Propiedades del fieltro:

Un equilibrio depende de:

1.-Requisitos para remover al agua.

a.-Permeabilidad adecuada

b.-Superficie lisa

c.-Baja compresibilidad

d.-Abilidad para aplicar presión uniforme.

2.-Propiedades mecánicas requeridas.

- a.-De tensión
- b.-Estabilidad dimensional
- c.-Resistencia a la abrasión, compresión
- d.-Resorteo

3.-Resistencia química y a la bacteria

- a.-Acidos
- b.-Solventes - xylene
- c.-Detergentes, jabones
- d.-Resinas de fuerza humeda
- e.-Rociadores Yankee
- f.-Hongos y Bacterias

4.-Vida y costo razonable

IV-2. FACTORES QUE AFECTAN LA ELIMINACION DE AGUA

- 1.-Presión - promedio pico
- 2.-Temperatura - viscosidad y tensión de la superficie
- 3.-Tiempo - velocidad de la máquina; afecta la duración del proceso.

4.-Características de la hoja de papel

a.-Peso base

b.-Contenido de humedad

c.-Estructura o formación - abierta o cerrada

(1) Especies de fibras

(2) Grado de batido

(3) Número de puntos de contacto previo.

5.-Características del fieltro.

Estructura:

(1) Distribución uniforme del tamaño de poros y volumen vacío.

(2) Permeabilidad

(3) Uniformidad en la aplicación de presión

6.-Punto de aplastamiento.

Límite en el prensado donde las fuerzas hidráulicas requeridas para impulsar el agua de la hoja de papel y del fieltro son mayores que la fuerza de la guía.

IV - 3. DESEMPEÑO DE LA SECCION DE PRENSADO DE LA MAQUINA DE PAPEL.

Se enlistan algunas variables importantes en la sección de presado que deben ser medidas y controladas a fin de obtener un desempeño óptimo.

TAPPI ha publicado una hoja de información técnica - 014-46 que resume doce de las variables más importantes. (no sigue ningún orden relativo).

- 1.-Espesor del fieltro
- 2.-Masa total del fieltro
- 3.-Contenido de agua del fieltro
- 4.-Proporción agua a fibra de la hoja de papel
- 5.-Grado de relleno (permeabilidad)
- 6.-Longitud del fieltro de operación
- 7.-Tensión del fieltro
- 8.-Distorsión de la línea de fábrica
- 9.-Velocidad del fieltro
- 10.-Vibración de la prensa
- 11.-Alineamiento del rodillo prensa
- 12.-Corona del rodillo de prensa

Se considerarán algunos de ellos a continuación.

1.-ESPESOR DEL FIELTRO

Es importante medir el espesor del fieltro ya que indica el grado de desgaste y la compactación del fieltro. La compactación influye en dos factores:

Primero, se reduce la permeabilidad del fieltro, aumentando la resistencia al flujo de agua.

Segundo, se reduce el volumen vacío, disminuyendo la posibilidad de llevar agua.

Ambos pueden ocasionar problemas en la eliminación de agua de la hoja de papel.

2.-MASA TOTAL DEL FIELTRO.

La masa total del fieltro es importante para desarrollar equilibrios de agua alrededor del circuito del fieltro y para checar los perfiles transversales de la máquina.

El equilibrio de agua es útil para determinar la influencia de los rociadores y de los dispositivos para escurrir el agua del fieltro.

Los perfiles transversales de la máquina pueden proporcionar información sobre las coronas de rodillos inadecuadas, carga no uniforme.

3.-CONTENIDO DE AGUA DEL FIELTRO.

El contenido de agua del fieltro es importante para prensar eficientemente.

Carga de agua o cantidad de agua en el fieltro más altas de lo necesario aumentarían la resistencia en el área del punto de contacto, aumentarían las fuerzas necesarias para escurrir el agua y puede aumentar el rehumedecimiento de la hoja de papel.

Diferentes estilos de fieltro manejan agua en forma diferente, de tal forma que el contenido de agua que es muy alto para un fieltro puede no serlo para otro.

4.-PROPORCION AGUA A FIBRA DE LA HOJA DE PAPEL.

La medición de la humedad de la hoja de papel que entra y sale de la prensa y la sección de prensado es la medición más importante de la eficiencia de la prensa.

En términos papeleros se conoce que "un aumento de 1% en la sequedad que sale de las prensas da como resultado un incremento de 3.5% en la producción y una disminución comparable en el consumo de energía en los secadores", por lo que es importante conocer con exactitud el contenido de agua en la hoja de papel.

5.-GRADO DE RELLENO/APERTURA (PERMEABILIDAD)

La apertura del fieltro es importante para reducir la resistencia al flujo hidráulico, del fieltro en el punto de contacto con la prensa.

Una permeabilidad reducida de aire puede afectar también la capacidad de desague en los dispositivos de escurrimiento de succión.

6.-LONGITUD DEL FIELTRO EN OPERACION.

Cada fieltro de prensa está diseñado para operar a una longitud óptima.

Filtros operados a longitudes mayores a las de fabricación tendrán la tendencia a cerrarse y se volveran menos permeables.

Filtros operados demasiado cortos tambien pueden tender a volverse menos permeables, existiendo el peligro de que se arruguen y se abolsen.

7.-TENSION DEL FIELTRO

Es necesario tener una tensión uniforme del fieltro para tener

un buen drenado, vida óptima del fieltro y un buen desempeño.

Al igual que con la longitud de operación, cada fieltro está diseñado para operar en un rango específico de tensión.

8.-DISTORSION DE LA LINEA DE MARCA.

Las líneas de fábrica sobre un fieltro muestran la posición de los hilos transversales de la máquina en relación con los hilos de dirección de la máquina.

Cualquier distorsión en las líneas de marca significa que hay una distorsión similar en el tejido base y puede utilizar permeabilidad no uniforme del fieltro.

Una ligera distorsión puede no ser importante siempre y cuando sea uniforme.

Una distorsión de 0.30 m. por 2.5 m. de ancho puede afectar la eliminación del agua, relleno o perfil de humedad.

9.-VELOCIDAD DE FIELTRO Y RODILLO.

Las variaciones en las velocidades de impulso en una prensa o-

entre los componentes impulsados en una carrera de fieltro puede ser una -- fuente de problemas de prensado.

Esto puede ocasionar el estiramiento del fieltro o el desgaste del fieltro.

10.-VIBRACION DE LA PRENSA.

Conforme han aumentado las velocidades de las prensas y se - vuelven más comunes los rodillos de prensa más duros y cargas de prensa más altas, ha aumentado la vibración en la sección de prensado.

Problemas asociados con la vibración de la prensa son, desgota miento no uniforme debido al movimiento del rodillo superior y a una compac tación prematura del fieltro debido a la acción del golpeteo.

Esto también puede ocasionar una reducción en la vida del rodi llo por la destrucción de las cubiertas.

Una vibración severa de la prensa también puede presentar un - riesgo a la seguridad, al ocasionar que se aflojen los tornillos y se debi liten los marcos de soporte de la estructura de la máquina.

La solución a este problema puede ser por un cambio en el con-

tenido de humedad del fieltro, carga de la prensa o velocidad de máquina.

11.-ALINEAMIENTO DE LOS RODILLOS Y DESEQUILIBRIO.

Rodillos mal alineados y desbalanceados pueden ocasionar muchos problemas que van desde las guías y desgaste excesivo del fieltro hasta la vibración de la prensa.

Un alineamiento adecuado proporciona tensiones uniformes del fieltro y de la hoja de papel y evitará problemas de enrollamiento del fieltro y de franjas holgadas.

12.-CORONA DEL RODILLO DE PRENSA.

La corona del rodillo de prensa se refiere a la forma del diámetro de los rodillos, necesario para compensar la deflexión por carga.

Los rodillos que están coronados indebidamente para la carga aplicada, ocasionarán distribuciones de presión no uniforme a lo ancho de la máquina, dando como resultado un desgoteamiento no uniforme de la hoja de papel. También reducirá la vida del rodillo y del fieltro.

El método más común para checar las coronas de los rodillos -

es utilizar hoja de aluminio o papel sencillo con cubierta de carbón.

Las mediciones de los perfiles de las intersecciones de la máquina, de la hoja de papel o del fieltro nos indicarán si hay un defecto en la corona del rodillo.

Una vez analizada estas variables, se hará mención de los problemas operativos más comunes al utilizar una vestidura de prensado.

IV - 4. PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES AL UTILIZAR VESTIDURAS DE PRENSADO.

1.-MARCA DE FIELTRO.

Las razones para la discusión del origen de la marca de fieltro son de controversia, pero éstas marcas son generalmente causadas por una diferencia de presión a todo lo largo entre la interface entre el fieltro y el rodillo prensa.

El flujo hidráulico desde la hoja al fieltro. el área abierta en el rodillo y la presión extrema de éste. afectan directamente a la marca por el fieltro en la hoja.

En muchas ocasiones, el problema puede ser corregido reduciendo

do la presión de carga de la prensa, disminución en el área o tamaño de las perforaciones de la prensa, reduciendo la humedad del fieltro antes del contacto con ésta.

Generalmente un fieltro pesado y voluminoso minimiza las marcas por proporcionar mayor amortiguamiento en el contacto con la prensa.

El fieltro de prensado debe ser o estar diseñado para proporcionar una distribución uniforme en su contacto y debe tener una baja resistencia hidráulica.

2.-COMPRESION.

Una compresión en la hoja es causada por un prensado excesivo, mayor de la que puede permitir la hoja y mantener la estructura original formada. La compresión en algunos casos ocurre en parches y ocasionalmente en rasgaduras. También puede ocurrir por una condición de máquina, tal como por taponamiento en las perforaciones del rodillo de succión o por encontrarse sucio el fieltro.

El fieltro es el responsable de no poder eliminar el agua desde la hoja a una determinada velocidad de máquina.

Generalmente esto puede atribuirse a una baja porosidad y/o --

permeabilidad que es causada por:

- 1.-Un mal diseño, que puede ser fino, delgado o cerrado.
- 2.-Un fieltro sucio. Un fieltro sucio o tapado es una masa compacta y dura e improvisa el drenado.
- 3.-Un fieltro muy gastado o muy delgado por causa de abrasión por uso no puede eliminar agua.

3.-MARCA DE TEJIDO.

Un fieltro agujado tiene reducido el problema de marca de tejido en la hoja, ya que tiene características de un fieltro convencional.

Sin embargo, un diseño impropio o un fieltro gastado puede inducir a una marca de tejido, si el velo no es provisto de un suficiente acolchonamiento longitudinal o si no presenta una densidad uniforme.

En un fieltro nuevo, las marcas en el tejido son causadas por:

- Incompresibilidad del tejido.
- Exceso de torcedura en los hilos sintéticos.
- Insuficiencia de cubierta en el velo.

En un fieltro usado, las marcas de tejido son causadas por:

- Taponamiento del fieltro
- Compactación excesiva
- Desgaste de la base por abrasión.

Generalmente el método para resolver un problema de marca es - dar al personal de servicio de ventas de fieltros, muestras de papel con el problema, así como la historia del comportamiento del fieltro en cuestión.

Con esta información puede analizarse el diseño del fieltro y tomar correcciones.

4.-TRENZADO.

Como las fibras de pasta cubren la superficie del fieltro se - debe cuidar una acumulación de ésta y que se produzca lo que se conoce como trenza ocasionando marca en el papel.

El trenzado en el fieltro, puede corregirse acortando las fi-
bras celulósicas que cubren la superficie del fieltro que esta en contacto-
con el papel.

Con frecuencia puede mejorarse restirando una cuerda a través del fieltro, ésto impide la acumulación de fibras y remueve las que han sido acumuladas.

Este problema es un defecto físico de la superficie de la hoja y ocurre cuando las fibras se adhieren al interior del fieltro, cuando existe el contacto entre papel-fieltro.

5.-DRENADO.

El drenado del fieltro es inversamente proporcional a la resistencia hidráulica del flujo en la fabricación dirección, a través y vertical del fieltro.

Un fieltro debe de limpiarse y abrir su estructura con un buen método y equipo de limpieza para incrementar su drenado.

6.-SEGUIMIENTO DE HOJA.

Una uniforme película delgada de agua entre la hoja y el fieltro induce a una alta tensión superficial en las dos membranas.

El fieltro debe ser diseñado con una superficie gruesa, de --

tal manera que rompa la fuerza de tensión superficial,

En el proceso de elaboración del papel el fieltro está diseñado para sostener el papel a través de la sección de la prensa y eliminarlo en el secador.

El despegue en el secador es realizado en parte a causa de que la superficie del secador presenta una lisura mayor que la hoja en la superficie del fieltro.

El pegue de la hoja es un término usado, asociado con la máquina; cuando la hoja tiende a irse por el fondo del fieltro mojado antes del contacto con la prensa de succión, es decir no se adhiere totalmente a la superficie del fieltro.

En muchas ocasiones, puede superarse este problema lavándolo o cepillándolo con un cepillo de nylon, rompiendo únicamente la tendencia para la formación de una película de agua.

7.-LEVANTAMIENTO DE HOJA,

Los problemas de levantamiento de hoja, pueden ser definidos como problemas asociados con la transferencia de humedad del papel desde -

Un fieltro nuevo instalado, tiene un período corto de acondicionamiento y durante éste tiempo pueden ser comunes estos problemas.

El origen de los problemas de levantamiento, resultan desde -- una mala formación en la tela o cuando el fieltro es nuevo; para solucionar esta situación, debe proporcionarse toda la capacidad disponible de vacío -- para que el contacto sea efectivo y ayude al levantamiento de la hoja desde la tela. Es también importante tener una relación exacta de velocidad entre el fieltro y tela.

8.-SOPLO.

El "soplo", es una acumulación de aire localizada desde la -- pasta al fieltro que causa burbuja entre la hoja y el fieltro y es frecuente este problema con un fieltro nuevo.

Un fieltro puede no presentar "soplo", si este tiene un espesor reducido o por un decremento en su espesor mediante una compactación -- por prensado.

Si un fieltro opera satisfactoriamente y luego presenta, después de un tiempo de operación problemas de aire ("soplo"), el fieltro puede estar sucio. El soplo es causado por una pequeña cantidad de aire que

no escapa o se elimina desde la estructura del fieltro.

La solución o corrección a éste problema indica que el fieltro deber ser más abierto, con mayor amortiguamiento (cantidad de velo) y sobre todo debe ser limpiado.

Los ductos de succión o cajas son colocados por dentro del fieltro antes del contacto con la prensa para solucionar este problema.

9.-HOYO O LEVANTAMIENTO.

Este problema es usualmente asociado con problemas de secado, debido a la transferencia de calor entre el fieltro y el secador.

Los levantamientos de papel u "hoyos", pueden ser causados por un secador sucio, donde una pequeña área de hoja no se adhiere a la superficie del secador.

Este problema es crítico cuando ésta área de hoja tiende a seguir la dirección del fieltro, haciendo que se acumule pasta en los rodillos teniendo que suspender el flujo de pasta para lograr la limpieza del fieltro.

Un secador en extremo caliente (mayor de 120°C) con una hoja húmeda crean levantamiento de hoja.

El problema puede normalmente ser corregido por limpieza del secador, bajando su temperatura y cambiando su cuchilla de limpieza.

10.-TAPONAMIENTO QUEMADO.

El daño es causado por un tapón de papel colocado en el contacto del fieltro con la prensa, creando una fuerza de fricción que funde y fusiona las fibras sintéticas dentro de las superficies del fieltro.

El daño por tapón es mucho más común con fieltros de alto contenido sintético o por alta carga de la prensa.

Este problema únicamente puede ser reducido usando un diseño de fieltro con fibras sintéticas para altas temperaturas.

IV - 5. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE FIELTROS PARA PAPELES TISSUE.

Es importante observar las figuras IV-5-A, IV-5-B, IV-5-C.

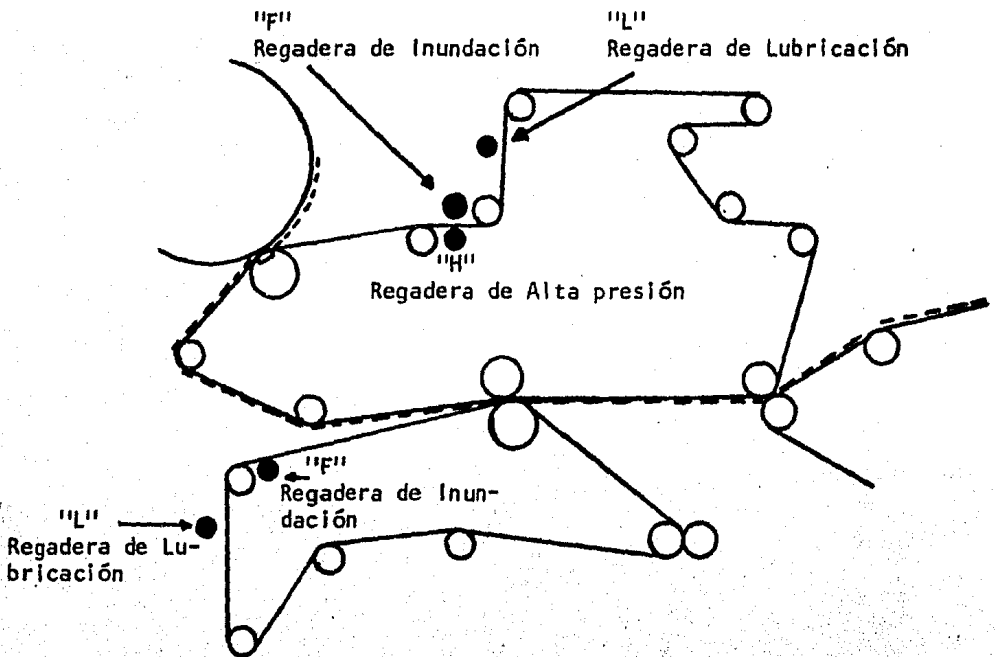


FIGURA IV - 5 - A

CASO " A "

ROUILLO PICK-UP PLANO

SECCION DE REGADERAS.

REGADERA DE ALTA PRESION - INTERIOR, " H "

Se trata de una regadera oscilatoria de alta presión, chorro - de aguja con boquillas cada 15,2 cm. (6") y una carrera de oscilación de -- 30.5 cms. (12").

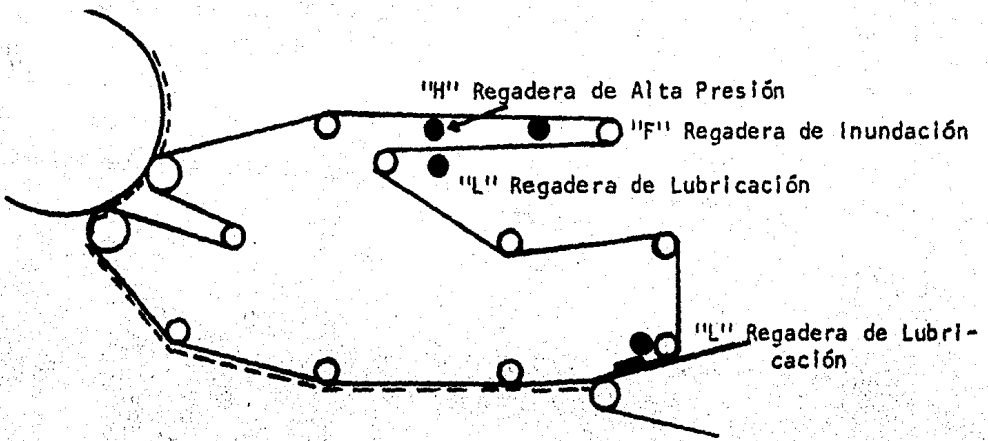
Es recomendable tener disponible una segunda bomba con sufi- - ciente capacidad (flujo, presión y potencia) para poder obtener de ella pre- siones intermitentes en el orden de 500 a 750 psi y poder eliminar contami- nantes difíciles de remover.

REGADERA DE ALTA PRESION - CARA, " H "

Una regadera de alta presión adicional puede ser instalada -- por la cara del fieltro con una inclinación de aproximadamente 15° diri- - giendo el chorro en sentido opuesto a la dirección del fieltro de tal mane- ra que él mismo despegue los contaminantes de la superficie.

REGADERA DE INUNDACION " F "

Es una regadera estacionaria de abanico con boquillas espa--



F I G U R A IV - 5 - B

C A S O "B"

Z A P A T A P I C K - U P

ciadas cada 12.7 o 15.2 cm. (5" o 6") con la que se puede obtener una cortina de agua completa y pareja. Esta regadera es generalmente operada en forma continua a 50 - 70 psi, y se procura localizar de tal manera que la cortina de agua se aplique por dentro del fieltro, precisamente en el niple que forma éste y algún rodillo interior para asegurar que la distribución y penetración en el fieltro sea lo más uniforme a todo lo ancho.

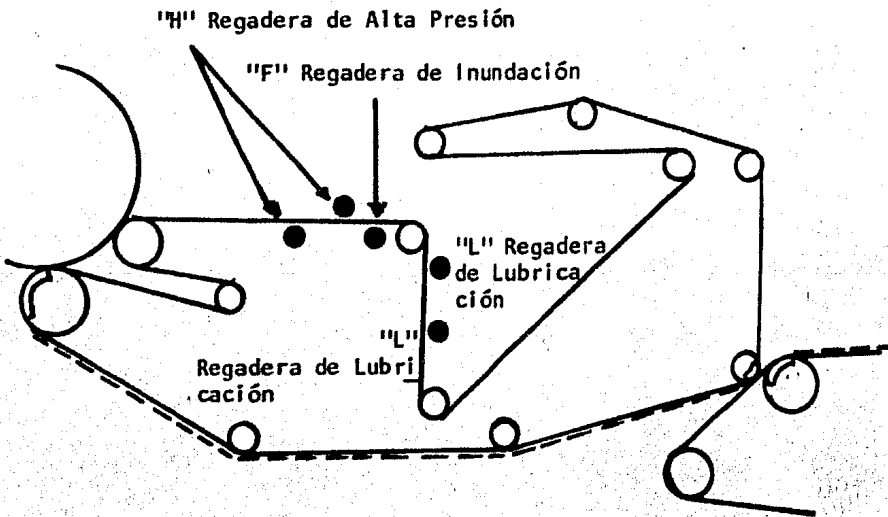
REGADERA DE LUBRICACION. "L"

Es una regadera estacionaria de abanico espaciada entre boquillas de 15.2 a 20.8 cm. (6" a 8") para obtener una humectación completa y uniforme a todo lo ancho del fieltro; generalmente trabaja en forma continua a presiones de 20 a 30 psi.

Todas las boquillas de las regaderas a las que se ha referido anteriormente pueden ser de orificio fijo para usarse con agua fresca o bien del tipo purgable de auto limpieza si se usa agua blanca.

VOLUMENES DE AGUA EN LAS REGADERAS,

La cantidad de agua de regaderas para limpiar adecuadamente -



F I G U R A IV - 5 - C

CASO "C"

RODILLO PICK-UP DE SUCCION

los fieltros en máquinas para papel tissue o faciales se puede calcular - - usando la siguiente relación:

$$"K" \times \text{Ancho del fieltro} \times \frac{\text{Velocidad Máquina} \times \text{Peso de fieltro}}{100 \text{ m.}}$$

Los factores "K" usados especifican volúmenes en regaderas en términos de:

- Litros por minuto/ metros de ancho del fieltro / Velocidad- de máquina de 100 mts. por minuto / peso del fieltro en gms. por m².

Además del agua requerida para acondicionar el fieltro, se de be agregar suficiente cantidad de agua para asegurar un pick-up uniforme y eficiente.

T A B L A IV - A

VOLUMENES DE AGUA PARA REGADERAS DE LAVADO/ACONDICIONAMIENTO Y PICK-UP DE LA HOJA

POSICION	LAVADO / ACONDICIONAMIENTO		PICK-UP	
	gr agua / gr fieltro	"K" Sist. Met.	gr agua/gr fieltro	"K" Sist. Met.
PICK-UP	0.10	0.01	0.10	0.01

T A B L A IV - B

ESPECIFICACIONES DE BOQUILLAS/REGADERAS.

BOQUILLA/TIPO REGADERA	Lts./min. BOQUILLA	PRESION PSI	ANCHO Lts/min.
Regadera de Alta presión 30.5 cm (12") oscilatoria 0.101 cm. (0.040") Diam.	0.75	500 (inter.)	
Boquilla de aguja 15.24 cm. (6") separación entre boqui llas.	0.59	300 (cont.)	
Regaderas de Lubricación Estacionarias 0.139 cm. (0.055") Diam. #54 90°	0.38	30	0.03 abajo de 457 mpm.
Boquillas de Abanico.	0.31	20	arriba de 457 mpm.

El volumen total de agua para acondicionamiento/lavado es:

Regadera de alta presión + Regadera de inundación + Regadera de lubricación.

Calculo Típico.

¿Cuáles son los volúmenes en regaderas recomendados para mante
ner los fieltros limpios y acondicionados para garantizar un óptimo y uni--

forme pick-up en una máquina con las siguientes especificaciones?

Tipo de máquina de alta velocidad con doble fieltro.

Caso a).- Rodillo pick-up plano.

Caso b).- Zapata pick-up.

Caso c).- Rodillo pick-up de succión.

Velocidad 1220 mts./min. (4000 pies/min.)

Ancho nominal del fieltro:

Pick-up 4.82 mts. (190")

Inferior 4.93 mts. (194")

Peso de los fieltros: Pick-Up 1 660 grs/m².

Inferior 855 grs/m².

FIELTRO PICK-UP.

Agua para limpiar y acondicionar.

La cantidad de agua recomendada para el caso a, b y c es:

$$0.01 \times 4.82 \times \frac{1220}{100} \times 1\ 660 = 682.12 \text{ lts/min.}$$

La regadera de alta presión por dentro del recorrido del fiel--

tro con boquillas de aguja de 1 mm. (0.040") de diámetro, espaciadas --
152 mm. (6") entre centros, trabajando continuamente a 17.6 Kg/cm^2 . (250 --
psi), requiere de 32 boquillas.

La cantidad de flujo por boquilla a esta presión es de 2.08 -
lts/min. (0.55 gal/min.).

Por lo tanto, el flujo total en regaderas es de $32 \times 2.08 = -$
66.61 lts/min.

El volumen de agua adicional requerido por una regadera de al
ta presión por la cara del fieltro no está considerado en el cálculo del -
flujo total.

El volumen recomendado para la regadera de lubricación es de -
0.189 lts/min. por 2.54 cm. de ancho del fieltro.

Por lo tanto, el volumen total en regaderas de lubricación es
de: $190 \times 0.05 = 9.4 \text{ gal/min. } \text{ó} \text{ } 35.3 \text{ lts/min.}$

REGADERAS DE INUNDACION.

Ya que el volumen total de agua requerido es de 682.12 lts/ -

min. y la suma de la regadera de alta presión y lubricación es de $9.4 + - - 17.6 = 27$ gal/min. ó 101.19 lts/min. se requiere adicionar 586.6 lts/min. - + por medio de la regadera de inundación.

Esta regadera generalmente consta de boquillas espaciadas entre centros de 12.7 cm. (5") a 15 cm. (6") con el orificio elegido según el requerimiento del flujo por suministrar.

FIELTRO PICK-UP

AGUA PARA EL LEVANTADO DE LA HOJA.

Caso a).-Rodillo Pick-Up;

$$\text{Volumen requerido} = 0.01 \times 4.82 \times \frac{1220}{100} \times 1160 = 682.12 \text{ lts./min.}$$

Caso b).-Zapata Pick-Up:

$$\text{Volumen requerido} = 682.12 \text{ lts./min.}$$

La cantidad de agua para lubricar, más el agua requerida por la zapata del Pick-up, es 190×0.05 gal/min/pulg. de ancho = 9.4 gal/min. ó 35.3 lts./min.

$$\text{Requerimiento total} = 682.12 + 35.3 = 717.42 \text{ lts/min.}$$

Caso c) .-Rodillo Pick-Up de Succión:

Generalmente no se requiere de agua para el Pick-up.

FIELTRO INFERIOR.

AGUA PARA LAVAR Y ACONDICIONAR.

El volumen recomendado en regaderas para el caso a, b y c es de:

$$0.01 \times 4.93 \times \frac{1220}{100} \times 855 = 514.24$$

Generalmente no se requiere de una regadera de alta presión -- ni por dentro ni por la cara del fieltro. Sin embargo, en caso de que si se utilice, se deberá de incluir en el cálculo del volumen total en forma simi_llar para el fieltro pick-up anterior.

REGADERA DE INUNDACION.

Ya que el volúmen total de agua requerido para acondicionar es de 514.24 lts/min. y que la regadera de lubricación requiere de 37.09 lts/--min. y otros 477.15 lts/min. más deben adicionarse para la regadera de inun_dación.

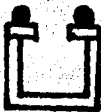
REQUERIMIENTOS DE VACIO EN CAJAS DE SUCCION PARA FIELTROS.

Los ductos de succión tienen la finalidad de eliminar agua que el fieltro ha aceptado, para mantener en condiciones óptimas de limpieza y evitar que el fieltro presente un abatimiento en su drenabilidad.

Cuando se selecciona el diseño y el area abierta de una cubierta, debe considerarse lo siguiente:

- Construcción del fieltro.
- Velocidad de máquina.
- Tipo de mezcla.
- Capacidad disponible de vacío.

Las ranuras de las cajas de succión pueden ser rectas, curvas o redondas, como se muestra en la figura IV-5-D.



IV - 6. LIMPIEZA DE LOS FIELTROS PARA MAQUINAS DE PAPEL

IV - 6.1 CAUSAS DE QUE LOS FIELTROS SE TAPEN.

Los materiales que contaminan a los fieltros pueden clasificarse en cinco grupos como sigue:

- 1.- Resinas naturales de la madera
- 2.- Substancias químicas encolantes
- 3.- Cargas minerales
- 4.- Fibras de la celulosa
- 5.- Materias diversas

1.- La celulosa contiene cierta cantidad de resina libre formada por ácidos resinosos, ácidos grasos y ésteres de los mismos que ocurren en la pasta. Puede evitarse completa o parcialmente que estas impurezas se depositen y se alojen en los fieltros.

2.- Ordinariamente se añaden al papel encolantes para diversos propósitos y los distintos tipos varían según sea el grado de penetración o impermeabilidad que se busque en el papel.

3.- Las substancias ordinariamente empleadas como cargas son: la arcilla, el talco, el yeso, el bióxido de titánio y otras similares. En algunos casos estas substancias pueden lavarse solamente con agua pero en ciertos casos son difíciles de quitar.

4.- Las fibras de celulosa son en principio fáciles de lavar-

se. Generalmente las fibras se alojan en el fieltro con la resina u otras impurezas y no pueden lavarse sino hasta que las sustancias que las retienen han sido primeramente eliminadas. Después de todo esto lo que se necesita es lavar fuertemente con agua.

5.- Hay otras sustancias encolantes especiales de poco uso. --
Otras de las causas de que los fieltros se tapen son los contaminantes por bacterias y por micro-organismos.

La limpieza de los fieltros se efectúa en diversas formas. En los casos más sencillos, cuando solo se observa la presencia de fibras de celulosa en los fieltros, puede ser suficiente un simple lavado de agua.

Las impurezas pueden disolverse de dos maneras, ya sea mediante una reacción química por la cual puedan convertirse en forma soluble o bien usando un solvente orgánico.

Cuando se trata de dispersar impurezas se usan detergentes activos superficiales, que están compuestos de tal manera que una parte de las moléculas son solubles en aceite y otra en parte de agua.

AGENTES ACTIVOS SUPERFICIALES

Estos detergentes se dividen generalmente en tres grupos:

1.- Detergentes aniónicos

2.- Detergentes catiónicos

3.- Detergentes no-iónicos

a).- Detergentes Aniónicos

En estos detergentes la parte limpiadora activa es una carga de ión negativo (anión). La parte soluble ordinariamente consiste en grupos carboxilo ($-COO^-$) (jabones), sulfato ($-SO_4^-$) o del grupo de sulfonatos ($-SO_3^-$) (detergentes sintéticos).

Los detergentes que contienen carboxilo, como los del grupo de hidrófilos son inapropiados para lavar fieltros debido a su sensibilidad a los ácidos y a los iones metálicos pesados. Solamente pueden usarse en un medio alcalino o en agua suavizada. Se puede usar jabón en agua dura añadiendo ciertos agentes químicos separadores que enmascaran a los iones metálicos pesados.

Los sulfatos y los sulfonatos son de sensibilidad variable a los ácidos y a los iones metálicos pesados. En algunos casos estas sustancias pueden ser usadas para lavar fieltros sin peligro alguno.

b) Detergentes No-iónicos

Los detergentes no-iónicos consisten de una cadena de hidró-

carbonas así también como de una cadena igualmente larga o más larga aún - de otro tipo.

Esta última cadena generalmente consiste de oxido de polietileno que tiene la propiedad de hidratarse en agua. Debido a que el grupo - etílico es de solubilidad relativamente baja, es necesaria una cadena larga de oxido de polietileno con el fin de hacer el producto soluble en agua. El grado de hidratación depende de la temperatura, la cual influye en las propiedades del detergente.

Al momento de lavar se emplea la relación de temperatura a la hidratación, haciendo la operación de lavado a una temperatura que varía - de 35 a 50°C. A esta temperatura los detergentes se disuelven fácilmente en aceites, grasa u otras sustancias similares. Después se enjuaga el - - fieltro con agua fría para aumentar la hidratación del detergente. De esta manera se aumenta la solubilidad en el agua y el enjuague se efectúa más -- convenientemente

ADITIVOS DE LOS DETERGENTES.

Con la palabra "aditivos" se conocen todas aquellas sustancias que añadidas a determinado detergente aumentan su fuerza limpiadora.- Se usan varios aditivos para lavar fieltros a saber:

a) Polifosfatos:

1.- Pirofosfato $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 2.- Trifosfato $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 3.- Metasfosfato $(\text{NaPO}_3)_n$

b) Aditivos orgánicos complejos.

Existe cierta cantidad de sustancias que tienen la propiedad de formar compuestos complejos con metales pesados y que por lo tanto se usan como aditivos detergentes. La sustancia más común es el ácido acético tetraivalente etilénico, ordinariamente llamado EDTA.

c) Sustancias alcalinas.

En algunos casos, puede ser apropiado usar sustancia alcalina para disolver ciertas impurezas en los fieltros o para llevar las mismas a formas solubles.

Puede haber otras razones para usar determinado aditivo alcalino, como por ejemplo cuando se deseen usar detergentes aniónicos, que tienen mayor efecto detergente en un medio alcalino.

Sin embargo, deben usarse alcalinos relativamente débiles, tanto porque la lana es sensible a la alcalinidad. Los fieltros normalmen

te contienen ácidos que deben ser neutralizados y el pH en la solución no debe ser alterado demasiado con esta neutralización.

d) Sales.

En algunos casos es posible mejorar la acción limpiadora de los detergentes aniónicos y no-aniónicos añadiendo sales naturales a la solución detergente.

OTRAS SUBSTANCIAS DETERGENTES AUXILIARES.

a) Ácidos.

Los ácidos se añaden por dos razones: en parte para disolver ciertas impurezas y en parte para ajustar el pH del detergente al mismo tiempo el de la pasta.

Los aditivos ácidos son difíciles de manejarse, ya que requieren instalación de tubería especial resistente a los ácidos.

Debe dársele especial atención a los filtros que contengan fibras sintéticas de poliamidas ya que pueden dañarse con soluciones ácidas fuertes, particularmente a temperaturas superiores a 50°C.

b) Solventes orgánicos.

Los solventes orgánicos, que generalmente son costosos, tóxicos y de manejo desagradable, deben usarse solamente cuando sean estrictamente necesarios. En algunos casos su uso se justifica, como para quitar algunas resinas y sedimentos de latex.

En la mayoría de los casos podrán usarse tanto los hidrocarburos del tipo de la nafta como de los hidrocarburos clorinados como tricloroetileno.

IV - 6.2 METODOS Y FORMULAS PARA LAVAR FIELTROS.

SISTEMA DE LAVADO SOBRE LA MARCHA.

Este sistema de lavar los fieltros mientras la máquina está produciendo es ventajoso por diversas razones:

1) porque es más fácil eliminar las impurezas antes de que -- hayan penetrado y alojado en el tejido del fieltro.

2) porque el drenado se efectúa más uniformemente.

Estos factores además de evitar pérdidas de tiempo por paradas de las máquinas para lavar los fieltros, aumentan la producción.

Es más práctico usar agua con un rociador para enjuagar el fieltro. En algunos casos es suficiente usar solamente agua para mantener abierto el fieltro. En otros casos puede ser ventajoso ajustar el pH de la regadera al pH del agua del papel. Si se añaden cantidades relativamente pequeñas de detergentes activos superficiales al agua de enjuague se obtienen varias ventajas: el fieltro se acondiciona de tal manera que las impurezas tienen menos oportunidad de alojarse en el tejido interior del fieltro; se aumenta también la fuerza de penetración de la solución, al reducir la tensión superficial.

Este enjuague puede cambiarse a un lavado completo aumentando la concentración de detergente en el agua de la regadera. El fieltro debe lavarse durante aproximadamente 15 o 20 minutos diariamente o en cada turno de trabajo, según sea el grado de impurezas del fieltro.

El equipo necesario para tal limpieza y enjuague consiste de lo siguiente:

- 1.- Un tanque para preparar y almacenar el detergente
- 2.- Mezclador para el detergente con el agua de enjuague
- 3.- Una regadera con rociadores apropiados que cubran completamente el fieltro, ya que se requieren mantener los rociadores perfectamente limpios, se sugiere que éstos tengan la superficie exterior en forma cóncava para que permitan limpiar los orificios fácilmente con un cepillo rígido.

- 4.- Cuando menos una caja de succión, pero de preferencia dos, con la regadera de enjuague montada entre las dos cajas de succión.

IV - 6.3 PROPIEDADES COMPARATIVAS DE FIELTROS DE PRENSADO.

Tres importantes parámetros de los fieltros muestran los beneficios de construcción de nuevos tipos de vestiduras.

1.-HUMEDAD DE SATURACION

Es la máxima cantidad de agua que un fieltro puede absorber.- Se expresa como Kg. de agua absorbida por kg.de fieltro. La humedad de saturación es un indicador excelente de la habilidad de un fieltro a revivir agua en el contacto con la hoja.

2.-DESBOTAMIENTO POR VACIO.

El desbotamiento por vacío es la habilidad del fieltro a eliminar con agua por ductos de succión y prensa de succión.

En la tabla IV-C, se indican valores experimentales de las propiedades físicas de fieltros a una velocidad de 457 mpm. (1500 fpm) a un vacío de 15.2 cm. de Hg. con 1.8 cm.de ancho de ranuras en caja de succión.

T A B L A IV-C

FIELTRO	HUMEDAD DE SATURACION Kg. Agua/Kg. Fielt.	CONDICIONES DE VACIO A DESGOTAMIENTO DESDE SATURACION. kg. Agua/kg. Fielt.	PERMEABILIDAD CFM/SQA 0.5 in.
CONVENCIONAL	0.80	0.26	20
VELO SOBRE BASE	1.20	0.43	26
TEJIDO SOBRE BASE	1.60	0.78	70
COMBINACION	1.65	0.82	75

3.- PERMEABILIDAD AL AIRE.

Medida en un fieltro seco, es expresada como PCM/P a 0.5 in - de presión de agua o m^3/m^2 por hr. a 10 mm. de HG.

4.- RESISTENCIA AL FLUJO.

Esta propiedad del fieltro es distinta para cada orientación del fieltro, en dirección máquina, a través de máquina y en vertical de máquina.

T A B L A IV - D

POR CIENTO DE RESISTENCIA AL FLUJO DE AGUA
EN TRES DIMENSIONES PARA DIFERENTES TIPOS DE FIELTROS

FIELTRO	L DIRECCION MAQUINA	X A TRAVES DE MAQUINA	Z DIRECCION MAQUINA
CONVENCIONAL	100	100	100
VELO SOBRE BASE	98	90	36
TEJIDO SOBRE BASE	25	29	44
COMBINACION	13	25	37

El fieltro velo sobre base tiene alta resistencia al flujo en dirección de máquina (L) como un fieltro convencional.

Esta alta resistencia es causada por la dificultad que tienen los hilos cardados a la comprensión.

La resistencia al flujo en dirección vertical es reducida a - 36% por la orientación vertical de las fibras; es decir el agujado favorece fuertemente al flujo en esa dirección.

CAPITULO V
OPTIMIZACION DE FIELTROS.

La calidad de vestiduras de prensado usadas en una máquina de papel ejerce un efecto significativo en la operación de la máquina y en la economía misma.

Muchos factores, como contenido de humedad en el papel, velocidad, producción; dependen en un alto grado al tipo de fieltro y condiciones operativas usadas.

Para la selección de una vestidura de prensado y lograr obtener las mejores condiciones operativas, así como ahorros significantes en los consumos de energéticos, productos químicos, tiempos perdidos y en general lograr incrementar la productividad de una máquina es necesario realizar un seguimiento operativo y técnico de cada vestidura.

Los parámetros a conocer son enlistados en la siguiente tabla:

T A B L A V - A
PARAMETROS TECNICOS Y OPERATIVOS DE FIELTROS

- | | |
|-------------------|----|
| 1.- FIELTRO | NO |
| 2.- PROVEEDOR | |
| 3.- FECHA ENTRADA | |
| 4.- FECHA SALIDA | |

La calidad de vestiduras de prensado usadas en una máquina de papel ejerce un efecto significativo en la operación de la máquina y en la economía misma.

Muchos factores, como contenido de humedad en el papel, velocidad, producción; dependen en un alto grado al tipo de fieltro y condiciones operativas usadas.

Para la selección de una vestidura de prensado y lograr obtener las mejores condiciones operativas, así como ahorros significantes en los consumos de energéticos, productos químicos, tiempos perdidos y en general lograr incrementar la productividad de una máquina es necesario realizar un seguimiento operativo y técnico de cada vestidura.

Los parámetros a conocer son enlistados en la siguiente tabla:

T A B L A V - A
PARAMETROS TECNICOS Y OPERATIVOS DE FIELTROS

- | | |
|-------------------|----|
| 1.- FIELTRO | NO |
| 2.- PROVEEDOR | |
| 3.- FECHA ENTRADA | |
| 4.- FECHA SALIDA | |

5.- DIAS TRABAJADOS	DIAS
6.- TAMANO	m
7.- PESO TOTAL	Kg/m ²
8.- VOLUMEN VACIO	%
9.- PERMEABILIDAD	C.F.M.
10.- TIPO DE VELO	denier
11.- BASE DE FIELTRO	
TIPO MD	T.Hilo
TIPO AM	T.Hilo
12.- DIAMETRO HILOS	0.001"
13.- C/S TRATAMIENTO	
14.- ACONDICIONAMIENTO	
A) TIEMPO	HR
B) VEL ARRANQUE	MPH.
15.- AGUA USADA	M ³ /TON
16.- GAS USADO	M ³ /TON
17.- VAPOR USADO	TON/TON
18.- TON.PRODUCIDAS	TON
19.- MAX.VEL.OBTENIDA	M.P.M.
20.- LIMPIEZA FIELTRO	
No.DE LAVADOS	
21.- SOLVENTE	Kg/TON
22.- SOSA	Kg/TON
23.- ACIDO CLORHIDRICO	Kg/TON
24.- DETERGENTE	Kg/TON

25.- PRENSA DE SUCCION

A) CORONAMIENTO	0.001"
B) DUREZA	P.I.J.
C) CARGA	P.L.I.
D) ANGULO DE CAJA	GRADOS
F) DIAMETRO DE PERFORACION	mm.

26.- MAXIMA VIBRACION F/A

27.- COSTOS:

A) AGUA	\$/TON
B) VAPOR	\$/TON
C) GAS	\$/TON
D) SOLVENTE	\$/TON
E) SOSA	\$/TON
F) HCl	\$/TON
G) DETERGENTE	\$/TON
H) FIELTRO	\$/TON
TOTAL	\$/TON

28.- RUPTURAS DE PAPEL %

% 1a.SEMANA	%
% 2a.SEMANA	%
% 3a.SEMANA	%

29.- TIEMPO PERDIDO

EXCLUSIVO A PROBLEMAS OPERATIVOS POR FIELTRO	HR.
---	-----

30.- PRODUCCION PERDIDA	
POR TIEMPO PERDIDO	
31.- CALIDAD DE AGUA UTIL	(FINOS)
AGUA BLANCA	PPM
AGUA FRESCA	PPM
32.- PRESION REGADERAS	
ALTA PRESION	PSI
INUNDACION	PSI
LUBRICACION	PSI

Es importante realizar los siguientes perfiles transversales para completar la información del comportamiento de cada fieltro.

- 1.- Humedad del papel antes del contacto con la prensa de succión, cada 10 cm. y cada 15 días de operación.
- 2.- Temperatura del secador Yankees cada 10 cm. y cada 15 días de operación.
- 3.- Gramos de agua por metro cuadrado del fieltro en las siguientes posiciones:
 - A) RODILLO TENSOR
 - B) ANTES DE PRENSA DE SUCCION
 - C) DESPUES DE CAJA DE SUCCION
 DETERMINACIONES REALIZADAS CADA 15 DIAS DE OPERACION.
- 4.- Grafica día a día las siguientes características operatorias:
 - A) VACIO DE PRENSA DE SUCCION
 - B) CALIBRE DEL FIELTRO
 - C) VELOCIDAD DE MAQUINA
 - D) VACIO EN CAJAS DE SUCCION
 - E) PRESION DE VAPOR

- 5.- DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE OBTURACION DEL FIELTRO VALORES OBTENIDOS CADA 10 CM Y CADA 15 DIAS DE OPERACION.
- 6.- CLASIFICACION DE FINOS EN LA CAJA DE ENTRADA CADA 15 DIAS DE OPERACION.

Con esta información, el fieltro a utilizar en cualquier máquina de doble tela puede llegar a optimizarse y determinar la vestidura ideal para la máquina.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

LA FABRICACION DE PAPEL INVOLUCRA UNA SERIE DE OPERACIONES Y PROCESOS QUE BREVEMENTE HAN SIDO ANALIZADOS EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO.

DE ACUERDO AL OBJETIVO EXPUESTO, LA VARIABLE DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE UNA MAQUINA DE PAPEL; ES LA VESTIDURA DE PRENSADO O FIELTRO POR LA GRAN CANTIDAD DE CAMBIOS QUE SE REALIZAN EN UN AÑO PRODUCTIVO Y LOS PROBLEMAS OPERATIVOS QUE TRAE CONSIGO.

PARA LOGRAR LA VESTIDURA ADECUADA Y QUE SEA OPERADA EN FORMA EFICIENTE; SE RECOMIENDA CONOCER LOS PARAMETROS TECNICOS Y OPERATIVOS QUE HAN SIDO EXPUESTOS EN EL CAPITULO V.

ESTE TRABAJO ES UNICAMENTE UNA APORTACION QUE SE HACE A LA INDUSTRIA PAPELERA POR PARTE DE LA FACULTAD DE QUIMICA.

CADA INDUSTRIA EN PARTICULAR, DISENARA SU PROPIO METODO DE OPTIMIZACION DE VESTIDURAS Y MANERA DE OPERARLAS DE ACUERDO A SUS INTERESES Y A SUS EFICIENCIAS Y PROCESO.

-GLOSARIO TERMINOLOGICO.

- ABRASION** Acción de desgaste por fricción.
- ACRILICO** Fibra sintética o plastica que contiene acroleína o ácido orgánico incoloro y picante (CH_2CHCHO) que se obtiene por destilación de glicerina.
- AGUJADO** Unión mecánica de fibras hechas por la penetración de una aguja sobre la fabricación de la base de una vestidura.
- ANGIOSPERMA** División o grupo que comprenden las plantas que tienen los organos reproductores sexuales en brotes especiales las flores, las semillas, están dentro del fruto; se dividen en monocotiledoneas y dicotiledoneas.
- BASE** Tejido de fibras que forma la estructura principal de una vestidura en la cual se realiza el agujado.
- BLANQUEO** Proceso químico que consiste en adición de agentes oxidantes o reductores a la pulpa para incrementar su blancura. Las etapas básicas son cloración, extracción alcalina y blanqueo.

CALIBRE	Espesor o grosor de una vestidura o fieltro.
CARBOHIDRATO	Hidrato de carbono. En forma de celulosa, los carbohidratos constityen la estructura fibrosa. Se subdi- viden en sacáridos.
CARDADO	Orientación paralela de fibras en forma mecánica pa- ra producir un hilado o hilos para emplearse en el- tejido de la vestidura.
CELULOSA	Cuerpo sólido que forma la envoltura de las celulas en los vegetales, es hidrato de carbono. Materia -- prima para la elaboración de papel.
CONSISTENCIA	Porcentaje en peso de fibra en cualquier combinación de fibra y agua. Puede expresarse en términos de -- porcentaje sobre fibra seca a la estufa o seca al - aire.
CORONAMIENTO DE RODILLOS	La corona de los rodillos de prensa se refiere a la forma del diámetro de los rodillos necesario para - compensar la deflexión de este por la carga.

DEPURACION	Eliminación de materiales indeseables en las suspensiones de pulpa y en las pastas para la fabricación de papel, se lleva a cabo aprovechando la ventaja de las propiedades físicas: forma de partículas, tamaño y peso.
DENIER	Unidad de medida de finura de una fibra textil expresado por peso en miles de metros.
DETERGENTE	Sustancia que reduce la tensión superficial del agua en que se disuelve. Los detergentes no forman generalmente precipitados con el agua dura.
DESLIGNIFICACION	Eliminación química de la lignina de la pulpa por cloración ácida y extracción alcalina.
DIGESTOR	Recipiente para cocción de la fibra a presión. Puede ser continuo o intermitente el continuo es más recomendable para la uniformidad de la pulpa.
DISPERSION	Distribución uniforme de fibras celulósicas en la tela de formación.
DRENADO	Eliminación de agua de la suspensión fibrosa en la tela o malla de formación.

DURABILIDAD

Se refiere basicamente a la vida util de la vestidura, la que involucra la resistencia a la tensión de operación, a la degradación química, a la abrasión.

FILTRACION

Separación de solidos suspendidos en un fluido, a través de un medio poroso fibroso o granular, mediante la aplicación de una fuerza impulsora en un período determinado.

FILTRO AYUDA

Material finamente dividido que no se compacta ni comprime por la presión que ejerce el líquido al pasar a través de él.

FLOCULACION

Fenómeno físico en el cual las fibras celulósicas se forman en agregados o grumos. La consistencia crítica en la cual puede efectuarse es arriba de 2.0 %

FRENESS

Término empleado para indicar la facilidad con la que el agua drena de la fibra a través de una tela metálica o de una placa perforada. Es una medida para evaluar la calidad de la pasta y predecir como correrá en la máquina de papel; su unidad son ml.

FORMACION

Describe la calidad del papel observado por la relativa uniformidad de la dispersión de fibras y tamaño de los flóculos. Es un depósito uniforme y ordenado de fibras, finos y cargas sobre una tela de formación.

GIMNOSPERMA

Comprenden las plantas que tienen organos reproductores sexuales sobre las hojas, adecuadamente conformadas localizadas en brotes especiales las flores; y los femeninos no se hallan completamente envueltos - nor una cubierta (Coníferas).

HUMEDAD DE SATURACION

Es una medida de la cantidad de agua absorbida por el fieltro en condiciones estáticas expresada en Kg. de agua absorbida por Kg. de fieltro. Es la máxima capacidad de agua que un fieltro puede absorber.

INERCIA

Propiedad de los cuerpos a permanecer en estado de reposo o de movimiento uniforme mientras no actue sobre ellos alguna fuerza extraña.

JABON

Hidrocarburo de cadena larga que tiene un extremo ionico. Forma precipitado con iones calcio y magnesio.

LICOR DE COCCION

Solución que contiene reactivo químico, para realizar la cocción de la fibra.

LIGNINA

Polímero que se encuentra en la madera concentrado en la zona de la lamela media. Funciona como relleno o sustancia cementada para impartir rigidez al tejido leñoso. La lignina puede ser separada de los componentes que se encuentran asociados en la madera -- por disolución. Su estructura presenta una red de cadenas ramificadas casi infinita.

LINEA DE MARCA

La línea de marca es aplicada a las vestiduras, para mostrar la costura. Se aplica en la cara exterior -- del fieltro.

MAQUINADO

Conjunto de operaciones físico-mecánicas que son -- aplicadas a las fibras naturales para producir hilos disponibles para ser urdidos.

MEDIO FILTRANTE

Estructura permeable que permite el drenado o filtrado de una suspensión.

MONOFILAMENTO

Fibra sintética simple usado en las vestiduras cuyo diámetro varía de 0.002 in a 0.024 in y usualmente -- no es torcido para su uso.

- MULTIFILAMENTO** Hilo flexible compuesto por monofilamentos y torcidos severamente para su uso.
- OPACIDAD** Propiedad física del papel que impide el paso de la luz. Las pulpas químicas de maderas suaves y duras, pastas mecánicas; pueden ser convertidas en papeles de opacidad variable.
- POLIAMIDA** Copolímero de diaminas y ácidos dibásicos ejem. nylon utilizado para la fabricación de vestiduras de prensado.
- POLIESTER** Polímeros de condensación; ejem. dacrón, utilizados en la fabricación de vestiduras de prensado.
- PRENSADO** Mecanismo de eliminación de agua en el papel por medio de presión de dos rodillos o prensas de succión o plana. La carga total ejercida entre los cilindros es la suma del peso del cilindro superior y del peso de la carga adicional que se aplica mediante cilindros hidráulicos o neumáticos.

PULPA

La pulpa, fibra o material intermedio, es el material fibroso preparado y listo para el proceso de la preparación de la pasta; puede ser sin blanquear o blanqueada, en forma de hojas o rollos secos, paquetes húmedos, a granel.

REFINACION

Proceso mecánico en el cual se sujetan las fibras. En la refinación las fibras se "peinan" y con frecuencia se reducen de longitud por corte con objeto de adaptarse mejor para la formación sobre la máquina de papel.

RESINA

Nombre de diversas sustancias sólidas o semisólidas - de color amarillo, quebradizas e inflamables, su composición es diversa pero todas contienen carbono, oxígeno e hidrógeno. Presentan contaminación para el proceso de fabricación del papel por ser de origen vegetal en este caso.

RETENCION

Cantidad de fibra en suspensión retenida en la hoja - y se le da el nombre de retención de tela.

SAPONIFICACION

Hidrólisis alcalina para lograr la solubilidad de las grasas que contiene la madera.

TENSION SUPERFICIAL

Se considera como la tendencia de un líquido a disminuir su superficie hasta un punto en que su energía de superficie es mínima, condición necesaria para que el equilibrio sea estable; se observa en la forma esférica de las gotas de lluvia, flotación de las hojas de metal en las superficies líquidas.

TORTA

Masa o cantidad de sólidos retenidos en un medio filtrante.

TRAMA

Conjunto de hilos transversales que se entrecruzan con la urdimbre para lograr formar un tejido.

TRAQUEIDAS

Células de la madera que miden de 3.0 a 5.0 mm. en las coníferas y de 1.0 a 2.0 mm. en las maderas duras y ayuda a la identificación de la madera. Aparecen como células poligonales.

URDIDO

Intercalamiento o entrecruzamiento correcto de dos sistemas de hilos; la urdimbre y la trama para formar un tejido.

URDIMBRE

Conjunto de hilos longitudinales que se entrecruzan con la trama en la formación de un tejido.

VELO

Conjunto de hilos o fibras que es colocado sobre la base de una vestidura con la finalidad de fijar la abertura de ésta.

VOLUMEN VACIO

El volúmen disponible de un fieltro a la absorción de agua.

- o -

BIBLIOGRAFIA:**1.- CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL**

Libby Earl C.

Tomo I pulpa

Tomo II papel

Cecsa 1982

2.- PULP AND PAPER

Chemistry and Chemical Technology

Casey P. James

Volúmen II

Wiley-Interscience Publication

1980

3.- GUIA DE FIELTROS HUMEDOS PARA EL PAPELERO

Volumen 29 No. 3 v 4

Albanv Internacional

4.- LIMPIEZA DE LOS FIELTROS PARA MAQUINAS DE PAPEL

Nordiska Maskinfilt Aktiebolaget

1968

5.- FUNDAMENTOS DE PRENSADO

TAPPI Conferencia de Ingenieros

1968

- 6.- COMO UTILIZAR REGADERAS DE LIMPIEZA EN VESTIDURAS DE PRENSADO.
Albany Internacional S.A. de C.V.

- 7.- A STUDY OF PRESSING ECONOMICS FELT AND FABRIC FACTS.
Albany Felt Company of Canada Ltd.

- 8.- EL PROCESO DE FILTRACION, FORMACION Y RETENCION EN EL FOURDRINIER.
Curso Especial de Filtración
U.N.A.M. y A.T.C.P.
Albany Internacional, S.A. de C.V.
1983

- 9.- FABRICACION DE TELAS PLASTICAS.
Curso Especial de Filtración
U.N.A.M. y A.T.C.P.
1983

- 10.- FILTRACION
Curso Especial de Filtración
U.N.A.M. y A.T.C.P.
1983

- 11.- FORMING FABRIC TECHNOLOGY FOR NORTH AMERICAN, TWIN-WIRE FORMERS.
Volumen 29 No.8
Albany Internacional

12. - RECOMENDACIONES DE SISTEMAS PARA ACONDICIONAMIENTO DE FIELTROS
EN PAPELES FACIALES E HIGIENICOS.

Volumen 27 No. 12

Albany Internacional