

92

BIBLIOTECA C. QUIMICAS

UNIVERSIDAD IBERO AMERICANA

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO SOBRE EL PROCESO DE ACABADO  
P A R A  
TELAS DE ALGODON.

T E S I S

*Alberto Costes*

MEXICO, D. F.

1963

10996



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A MI MADRE CON TODO CARIÑO.*

FACULTAD DE QUIMICA IBERO AMERICANA

ESTUDIO SOBRE EL PROCESO DE ACABADO PARA TELAS DE ALGODON

T E M A R I O

- Capítulo #1 Generalidades  
Capítulo #2 Técnica del proceso de acabado.  
Capítulo #3 Secado de las telas de algodón.  
Capítulo #4 Los Tórculos en el acabado textil.  
Capítulo #5 Costos.  
Capítulo #6 Conclusiones.  
Capítulo #7 Bibliografía.

Tesis que para obtener  
el Título de Ingeniero Químico

presenta

ALBERTO COSTES

## CAPITULO # 1.

### GENERALIDADES:

El término acabado se aplica a los procesos por los que pasa una tela después de haber sido blanqueada, teñida o estampada. El acabado final incluye el aprestado, secado y planchado, donde según se desee se puede dar a la tela un lustre opaco, lustre mediano o un alto brillo.

Todos estos procesos se efectúan para conseguir un mejoramiento en el aspecto y utilidad en las propiedades de uso y desgaste, aumentando el valor para la venta de las telas acabadas.

El tacto de una tela se desarrolla en dicho proceso de acabado, pudiendo obtenerse efectos tales como: suave, firme, o tieso, flojo, áspero, arenoso, lleno, acartonado, plástico, húmedo, ceroso, seco, etc., para obtener estos distintos resultados las telas son tratadas con diversas combinaciones de productos químicos y sometidas a tratamientos mecánicos diferentes.

Hasta hace unos años la base del acabado de telas de algodón era el revestimiento de dichas telas con una pasta de almidón y el planchado ó torculado de las telas así impregnadas.

Los compuestos para acabado más antiguos tenían una base de almidón ó de dextrina además de otros componentes como ceras, sebos, aceites, y materiales de carga como arcilla, talco, glicerina y otros agentes higroscópicos tales como la glucosa el sulfato de magnesio y la urea etc.

En años recientes, además del almidón -- otros compuestos han sido descubiertos para el acabado de telas, entre ellos tenemos resinas sintéticas, soluciones de éter, ó de éter celulosa, lacas, ó sus derivados, sales cuaternarias de amonio, ceras, compuestos sulfonados, etc., y como resultado de esos nuevos productos tenemos que se pueden obtener telas impermeables, incombustibles, inmohecibles, inarrugables, etc., según hayan sido tratadas, cosa que veremos en el siguiente capítulo.

Resumiendo, los resultados deseados son obtenidos por la combinación de, tratamientos químicos, impregnaciones y tratamientos mecánicos, teniendo que la variación de esos factores puede dar resultados completamente diferentes.

IMPORTANCIA.— La importancia de ésta última fase de la fabricación de telas radica principalmente en el hecho de la mayor utilidad económica que percibe el productor ó fabricante por una tela convenientemente acabada en comparación con otra de igual ó incluso mejor calidad pero en la cual se descuidó, ó no se obtuvo un acabado correcto.

Debido a esto el acabado es un factor ligado íntimamente con la aceptación y por consiguiente precio del producto, en este caso los distintos tipos de telas de algodón.

## CAPITULO # 2

### Técnica del proceso de acabado.

En el presente trabajo estudiaremos los diferentes procesos de acabados, que abarcan, desde -- los sistemas normales hasta las nuevas técnicas de ennoblecimiento textil, que tanta importancia han cobrado en los últimos años.

#### A.- Diferentes tipos de Acabados:

- 1).- A". Normal.
- 2).- A". Hidrófobo.
- 3).- A". Resistente al fuego.
- 4).- A". Resistente al lavado.
- 5).- A". Innarrugable.
- 6).- A". De control de encogimiento.

Hemos designado con el nombre de acabado normal, el proceso usado, desde hace muchos años y que tiene como base, tal como se mencionó en el primer capítulo de este trabajo, la impregnación y revestimiento de las telas como pastas fundamentalmente formadas por almidones. En cuanto al resto son procesos cuyo -- desarrollo es reciente, debiéndose principalmente a la necesidad de cubrir, por parte de las telas, ciertos -- requisitos de durabilidad, estabilidad dimensional, resistencia y también el de dar a la mercancía acabada, un valor más alto. Por lo que se refiere a estos proce sos, la condición necesaria para obtener un apresto co rrecto la constituye, además de la instalación mecáni ca necesaria un exacto conocimiento de las propiedades

de las fibras, y de las reacciones químicas involucradas en dichos procesos.

Continuando nuestro estudio ( y antes de escribir las propiedades, características y constitución química de los materiales que intervienen en cada proceso ) insertaremos un diagrama que corresponda a cada caso.

B.- DIAGRAMAS CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PROCESOS DE ACABADOS:

1.- Acabado normal.

Materiales: Agua.  
Almidones.  
Gomas.  
Agente suavizante.  
Material de carga.  
Agente higroscópico.  
Preservativo.

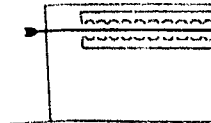
Equipo:



I



II



En donde:

- Mezcla y cocción de la pasta de - - apresto.
- Impregnación.
- Secado.
- Torculado ó planchado.

2.- Acabado hidrófobo.

Materiales:

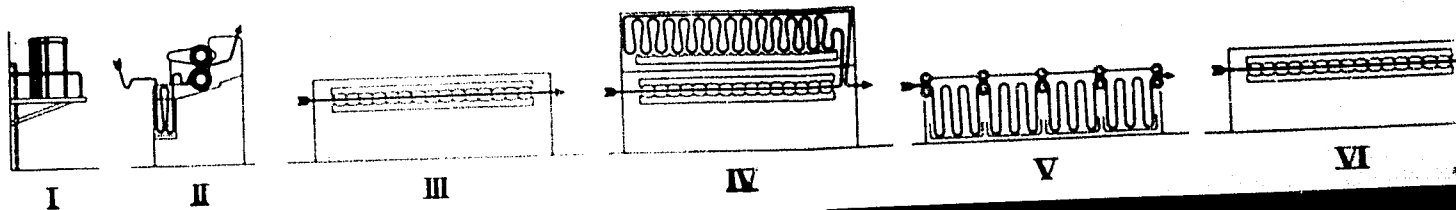
Agua.



Compuesto cuaternario de amonio.

Mezclas de ceras y resinas.

Equipo:



- En donde:
- a).- Tanque de dispersión.
  - b).- Impregnación.
  - c).- Secado.
  - d).- Curado ó polimerizado.
  - e).- Lavado.
  - f).- Secado.
  - g).- Torculado opcional.

### 3.- Acabado resistente al fuego:

Materiales: Ceras.  
Resina.  
Pigmentos.  
Neutralizador.  
Preservativo.  
Disolvente.  
Agua.

Equipo:

Igual que el empleado para el acabado -  
hidrófobo.

### 4.- Acabado resistente al lavado:

Materiales: Resina Termoplástica.  
Plastificante.  
Agua.

Equipo:

Igual que el empleado para el acabado -- normal.

5 y 6.- Acabado innarrugable y acabado de control de encogimiento.

Materiales: Precondensado de Urea-Formaldehido,  
ó Precondensado de Melamina-Formaldehido,  
ó etc.

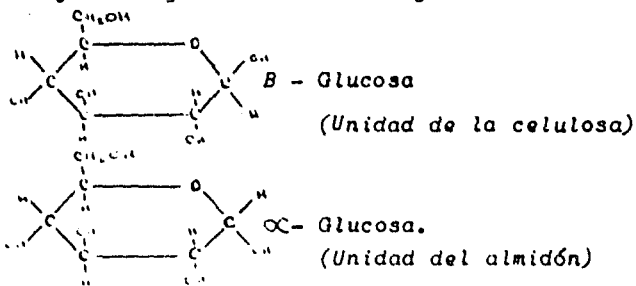
Equipo: Igual que el empleado para el acabado hi drósobo.

C.- PROPIEDADES, CARACTERISTICAS Y CONSTITUCION QUIMICA DE LOS MATERIALES Y COMPUESTOS QUE INTERVIENEN EN CADA PROCESO.

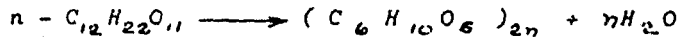
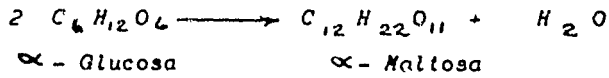
1.- Acabado Normal.

ALMIDONES:

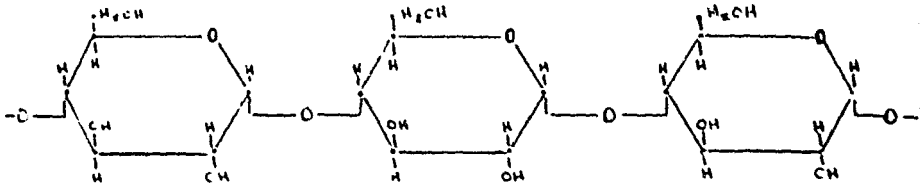
El almidón, como la celulosa, es un poli sacérico. Ambos dan por hidrólisis el mismo monosacrí do - la glucosa - con la única diferencia que la celu losa da  $\beta$  - glucosa y el almidón  $\alpha$  - glucosa



Uniendo dos moléculas de  $\alpha$  - glucosa ob-  
tenemos maltosa, eliminándose una molécula de agua. Y  
de la unión de un gran número de moléculas de  $\alpha$ - malto  
sa se forma la molécula lineal, también llamada macro-  
molécula del almidón.



La unión de las moléculas de glucosa es por medio de un puente de oxígeno como se podrá apreciar en la estructura lineal del almidón.



En la naturaleza el almidón es la forma en que las plantas almacenan carbohidratos, pero con la circunstancia de que en cada planta las partículas de almidón tienen un tamaño y una forma característica, dato que frecuentemente es usado como medio de identificación microscópica. Y así tenemos que los gránulos de almidón, del maíz, del trigo y de la papa, de la tapioca, del sago, del arroz, etc. - pueden diferenciarse unos de otros en atención a sus características especiales.

El grano ó gránulo de almidón se compone de dos partes, una superficie de revestimiento exterior ó saco, compuesta de amilopectina y de la porción interior llamada amilosa. La primera es ligeramente más resistente a la acción disolvente del agua caliente y de los productos químicos. Hasta el presente no se ha llegado a establecer la diferencia estructural entre ambos, pero existen pruebas que nos indican que la amilopectina está compuesta de cadenas ramificadas, y la amilosa de cadenas rectas. Teniendo el primero un peso molecu-

lar mayor que la segunda.

#### GELATINIZACION DEL ALMIDON:

Si el almidón se mezcla con agua fría los gránulos pronto van al fondo. Pero al calentar la mezcla - el agua pasa por ósmosis a través de la membrana de amilopectina y se combina con la amilosa. Esto se traduce en un hinchamiento del gránulo hasta que en poco tiempo se rompe, y entónces la amilosa puede disolverse en el agua. Cuando el saco celular se rompe el color blanco opaco de la suspensión de almidón cambia rápidamente, a una solución coloidal, clara y viscosa. La región térmica de éste cambio se llama temperatura de gelatinización del almidón.

Si la suspensión blanca de almidón no se agita suficientemente durante la gelatinización, se forman grumos gruesos y si se aplica demasiado calor, el almidón tomará un color café debido a que se quema.

La mezcla del almidón se vuelve muy espesa tan pronto como empieza a gelatinizar, debido al efecto combinado de los sacos celulares y la amilosa. Al continuarse el calentamiento y la agitación, la mezcla alcanzará aproximadamente una viscosidad constante, la cual nos indica que los sacos celulares están desintegrados en su mayor parte. Este es el punto al cual se usan la mayor parte de mezclas de almidón en el acabado de telas de algodón, ya que generalmente mantienen esa viscosidad y otras propiedades deseables por varias horas.

Continuando el calentamiento y la agitación, ó por medio de tratamientos con ciertos productos químicos ó enzimas; la amilopectina y la amilosa se hidro-

lizan para dar compuestos de pesos moleculares más bajos, que casi siempre consisten en mezclas de glucosa con maltosa y dextrina.

TABLA 1.

Temperaturas de gelatinización de algunos de los almidones más comunes.

Almidón de papa - - - - -	65	a	68 °C
A. de Tapioca - - - - -	71	a	74 °C
A. de Sago - - - - -	72	a	74 °C
A. de Malz - - - - -	74	a	77 °C
A. de Arróz - - - - -	80	a	83 °C
A. de Trigo - - - - -	80	a	82 °C

TIPOS DE ALMIDONES.

Todo lo visto anteriormente se refiere - al almidón en bruto ó no convertido, ó sea el almidón purificado, tal como es preparado de la fuente de abastecimiento. A tales almidones se les suele llamar almidones - "gruesos al hervido " Hay otra serie de productos parcialmente convertidos, que se clasifican, como " almidones" delgados al hervido gomas o dextrinas. Estos son los almidones en bruto que han sido modificados por calentamiento ó por la acción de ácidos, enzimas u otros productos químicos.

GOMAS.

Entre las gomas vegetales las más usadas son la goma tragacanto, la goma arábiga, y la goma de algarrobo.

Las gomas vegetales pertenecen al grupo de los ácidos poliurónicos; polisacáridos formados por -- distintas y variadas especies de monosacáridos, entre los

que hay unidades de ácido urónico. Se caracterizan estos poliurónicos por ser solubles en agua dando soluciones - viscosas y pegajosas, que son verdaderos geles. Otra característica común es la de ser todas ellas productos patológicos producidos por incisiones y otras alteraciones que se provocan en las plantas.

El prototipo de estas gomas, es la goma arábiga segregada por diversos árboles pertenecientes al género *Acacia*. Está constituido por las sales cálcicas y potásicas mezcladas de un poliurónido que se hidroliza - liberando ácido d-glucurónico, d-galactosa, l-arabinosa y l- rannosa.

La goma tragacanto, segregada por especies de *Astragalus*, contiene ácido d- galacturónico, arabinosa y fucosa.

La goma de algarrobo, dado que no contiene ácidos urónicos debe incluirse entre las hemicelulosas de tipo mixto, como la del esparto. Representa un tipo intermedio: Hemicelulosa por su composición química, mucílago por sus propiedades físicas y por su origen vegetal. La goma del algarrobo, por hidrólisis produce cuatro moles de mannososa y una mol de galactosa.

Hay que señalar que aunque estas gomas son compuestas usados en el acabado de telas de algodón, tienen un uso mucho más extenso en la preparación de pastas de estampe.

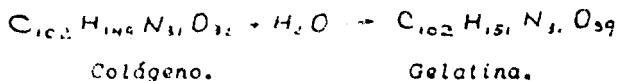
La cola, la gelatina, la caseína, y la albúmina son todas proteínas de origen animal.

Las dos primeras se obtienen de huesos,

y de otros productos de desperdicio de los mataderos. La diferencia principal entre ellos estriba en que la gelatina es más pura y de mejor calidad que la cola. Los productos animales son más caros que el almidón y por lo tanto no se usan en tan gran escala en el acabado de telas de algodón.

La cola puede considerarse como gelatina que se ha hidrolizado; tiene un grado de gelatinización menor, y también su poder de absorber agua es menor, pero su poder adhesivo es mayor que el de la gelatina.

En la obtención de la gelatina, la reacción que se lleva a cabo durante la extracción es probablemente la siguiente:



La caseína y la albúmina son otros de los compuestos que dadas sus propiedades adhesivas son usados en el acabado de telas de algodón.

La caseína se obtiene de la leche y la albúmina de los huesos o de la sangre. Su amplio uso se debe a. hecho de que pueden ser coagulados por calentamiento para dar una resistente película coriácea, que no es fácilmente soluble. Tales acabados son más permanentes que el acabado de telas de algodón con almidón.

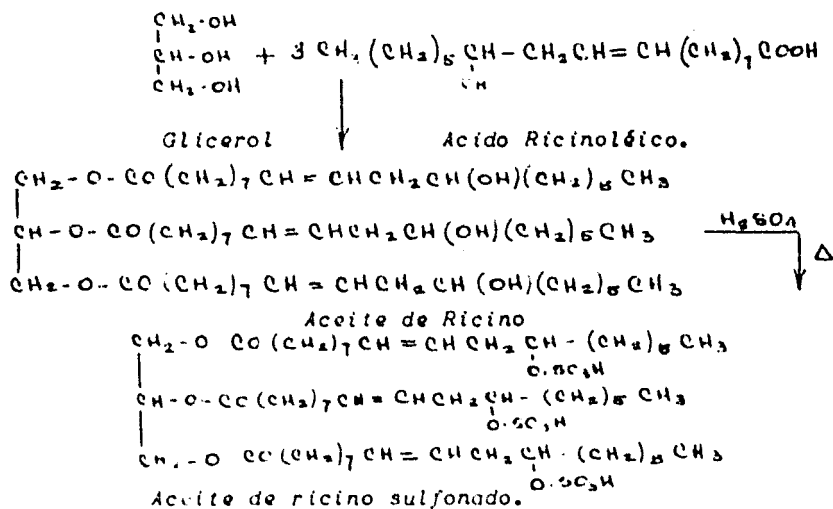
#### AGENTE SUAVIZANTE.

No obstante que, como ya se ha visto, el almidón en varias escalas de degradación, es el compuesto principal para las mezclas de acabados de telas de algodón. Una mezcla hecha a base de almidón y agua so

lamente, no sería satisfactoria, ya que sería frágil y con tendencia a endurecer.

Para prevenir ésto se añaden compuestos suavizantes tales como, sebo, sebo emulsionado, sebo sulfonado, aceites sulfonados, cera de Japón, y otras sustancias cerosas o aceitosas.

El poder suavizante de estas sustancias es debido a la presencia en su molécula de un residuo de ácido graso. Como ejemplo citaremos a continuación el aceite de Ricino sulfonado, conocido en el mercado como Aceite para Rojo Turco, dando las reacciones que se llevan a cabo en su manufactura:



Tal y como señalamos anteriormente, en este caso el poder suavizante de este producto no se debe ni al residuo de glicerina ni al residuo de ácidos sulfúrico, sino al residuo de ácido ricinolédico.

Es característico de todos los aceites natura



les, sebos y ceras el tener en su molécula, residuos de hidrocarburos de cadenas largas, semejantes a la del ácido ricinoléico.

Lo anterior explica el por qué los fabricantes de agentes suavizantes han preparado miles de productos químicos sintéticos que contienen casi todos -- en su molécula cuando menos un hidrocarburo de cadena -- larga, previa selección, de cuál tiene mayor poder suavizante y presente mayor facilidad para su aplicación.

#### MATERIAL DE CARGA.

Casi todas las llamadas mezclas de almidón puro, contienen en distintas proporciones las sustancias arriba mencionadas. Y tenemos que donde se desee -- darle peso ó carga a un material se añadirá talco etc. -- Tales rellenos mejoran el tacto, y el cuerpo del producto acabado. En el terciado, un lustre mayor puede impartirse a materiales ( telas ) rellenas o cargadas.

#### AGENTE HIGROSCOPICO.

Para prevenir que el acabado se seque, también se le añaden pequeñas cantidades de humectantes como glicerol, glucosa, cloruro de magnesio y cloruro de calcio. Estas sustancias absorben humedad del aire y mantienen las telas con cierta humedad.

#### PRESERVATIVO.

Acido salicílico y fenol también se añaden en pequeñas cantidades para evitar el crecimiento de hongos y moho.

#### ACABADOS HIDROFOBOS.

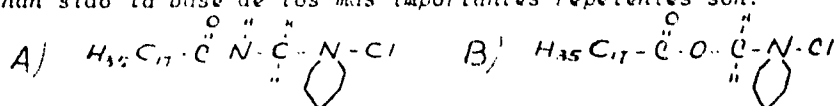
Antes de seguir tratando este tipo de --

acabados hacemos hincapié en la diferencia que hay entre telas a prueba de agua y telas hidrófobas. En las primeras, se impermeabiliza la tela, de tal modo que no pasa agua a través del tejido, pero evita también el paso del aire, y en las segundas se cubre a las fibras con una capa individual de una sustancia resistente al agua o hidrófoba, quedando una tela que permite el paso del aire y por lo tanto el vapor de agua, pero que evita el paso de agua líquida. Esto aclarado, tenemos que desde el punto de vista de la producción hay dos clases de acabados hidrófagos; los durables y los no durables.

a).- Los acabados hidrófugos durables se logran principalmente con compuestos cuaternarios de amonio y con mezclas de ceras y resinas mediante la reacción química de la fibra celulósica y los mencionados productos.

Los compuestos cuaternarios de Amonio son los más antiguos y los más ampliamente usados. Son compuestos orgánicos, que pueden ser considerados como derivados de Cloruro de Amonio en donde los cuatro hidrógenos son reemplazados por radicales orgánicos.

Un ejemplo es el cloruro de Tetrametil Amonio.  $N(CH_4)_4Cl$  En los repelentes de agua durables el Nitrógeno forma parte de un anillo y la piridina es un ejemplo  $C_5H_5N$  Las fórmulas de los dos compuestos que han sido la base de los más importantes repelentes son:



Nótese que ambos compuestos tienen en sí la estructura del cloruro de piridium  $\text{ring}^+ - Cl^-$  y que la única diferencia

es que el primero es una amida sustituida con el grupo  
 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{N} - \\ | \\ \text{C} \end{array}$  y el segundo es un éster sustituido con el grupo  
 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{C} - \end{array}$

También ambos contienen el radical Es--  
 tearil  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$  Siendo este radical el agente efectivo --  
 para hacerlo a prueba de agua.

Otros radicales de cadena larga de ácidos  
 grasos pueden usarse igualmente..

La porción  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{N} - \text{C} \\ | \\ \text{O} \end{array}$  del compuesto, es la  
 que lo hace soluble, y por lo tanto adecuado para ser --  
 usado en el proceso.

Después de la aplicación y durante el --  
 secado y el curado el compuesto se descompone quedando --  
 presentes tanto la piridina como ácido clorhídrico.

Hay una base teórica para pensar que el  
 resto del compuesto se combina con el radical ( OH ) de  
 la molécula de celulosa para dar en el caso de A, un com--  
 puesto con fórmula  $\text{H}_{35}\text{C}_{17}\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{H})\text{C}(\text{H})\text{--celulosa}$ .

que se forme o no dicho compuesto, toda--  
 vía es motivo de discusión. Pero una cosa es cierta y es  
 que el radical  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$  está firmemente adherido al --  
 algodón, de tal modo que ni el lavado en seco ó el enja--  
 bonamiento lo removerá. Esto es lo que dá la durabilidad  
 del repelente al agua.

#### TEMPERATURAS DE SECADO.

El tipo A. se descompone más fácilmente  
 con altas temperaturas, y por lo tanto el secado se hace  
 perfectamente abajo de  $110^{\circ}\text{C}$ ., y las telas quedan con un  
 4 o 5% de humedad. El tipo B. también está expuesto a --

descomposición pero aguanta temperaturas hasta 150°C. y puede secarse completamente sin daño.

#### TEMPERATURAS DE CURADO.

El curado se hace en ambos casos a más altas temperaturas, y el tiempo y la temperatura deben estar relacionados.

Si se pueden usar altas temperaturas - el tiempo puede ser reducido hasta 20 segundos. Rara -- vez es mayor de 2 minutos. El tipo A. parece que requiere cuando menos 150°C. para descomponerse adecuadamente y fijar el compuesto. Habiéndose encontrado que temperaturas de 205°C. han dado resultados satisfactorios. El tipo B. puede ser curado con éxito a 115°C. si el tiempo de curado usado es de 3 minutos. Con menos tiempo, - temperaturas hasta de 205°C. han sido también usadas.

#### LAVADO.

Como se dijo anteriormente durante el curado el compuesto se descompone y se libera ácido -- clorhídrico y piridina.

Frecuentemente se añade acetato de Sodio a la solución original para que neutralice el ácido clorhídrico conforme se va formando. Esto es muy importante si se somete a la tela a alguna tensión durante el curado ó el secado.

El lavado final tiene como propósito principal la eliminación de los compuestos ácidos de -- la descomposición y la piridina la cual tiene un olor desagradable. La mejor manera de hacerlo es en una caja de lavado abierto que esté compuesta de siete u - -

ocho compartimentos. Los dos primeros llevan un detergente y un álcali a una temperatura entre 60°C. y 71 C., seguidos por un número de compartimentos de agua corriente caliente, y con el último compartimento conteniendo agua corriente fría.

b).- Los acabados hidrófugos no durables son aquéllos -- en donde la sustancia hidrofóbica se deposita sobre la superficie de la tela.

Este tipo de acabados, por su falta de solidez son de menor importancia que los acabados durables o permanentes, pero creemos conveniente mencionar brevemente cuales son los principales productos que se emplean con este objeto:

a).- Jabones de aluminio.

Aunque existen varios procedimientos -- para depositar en la fibra el jabón aluminico, el más reciente consiste en emulsionar un éster, el cual en -- presencia del estearato de aluminio y bajo la acción del calor, dá lugar a la formación del jabón metálico.

b).- Parafina.

La parafina puede aplicarse de varias maneras: en solución, por fricción, por pulverización o a partir de una emulsión acuosa.

El método de emulsión resulta ser el sistema más corriente para dar a los tejidos con parafina, el carácter de hidrófugos, lo cual se puede efectuar a partir de un gran número de soluciones de parafina existentes en el mercado.

Por último mencionaremos que se reco--

mienda emplear temperaturas de secado comprendidas entre 110 y 120 °C.

c).- Productos protéicos.

Estos productos también han sido empleados para la fabricación de acabados hidrófugos. Uno de los métodos más recientes y que implica un proceso de doble baño, consiste en impregnar el tejido destinado al tratamiento en una solución de cola (10 partes), agua (50 partes) y glicerol (10 partes), y después en otra que contiene formaldehído al 40% en 900 partes de agua. La segunda impregnación y el secado posterior endurecen la proteína sobre la fibra, y además la vuelven insoluble.

#### ACABADOS RESISTENTES AL FUEGO.

Por lo general los tratamientos para obtener tejidos de algodón ignífugos están basados en:

- a).- Depositar sales solubles. Y
- b).- La precipitación de compuestos insolubles sobre o dentro del tejido.

Una tela resistente al fuego debe tener dos características.

- 1).- Al quemarse no debe producir flama.
- 2).- No debe continuar la combustión una vez que haya sido retirada la fuente de calor que la produce.

Para retardar o evitar flamas se usan productos químicos que se funden y dan un gas no inflamable evitándose de ésta manera el contacto del oxígeno con el material fibroso, o también sofocando o apagando la flama por la formación de espuma.

El algodón encendido y chispeante, familiar a todos al quemar una cuerda de algodón, es debido a la --

combustión del residuo de carbón, después de que los compuestos más volátiles se han consumido por la llamada inicial. Esto puede prevenirse usando materiales que cubren el residuo de carbón con una película líquida incombustible.

*Materiales usados.*

1).- Impregnación con una solución que contiene 200 g. de Bórax y 85 g. de ácido bórico en 2 1/4 litros de agua.

a).- Impregnación con una solución al 15% de Sulfamato de Amonio.

Ambos tratamientos son bastantes resistentes al lavado en seco, y no afectan el color del material.

El tratamiento que fue usado para llenar los requisitos del Ejército Americano, consiste en impregnar la tela cruda, de preferencia desengomada y sin ningún apresto con una mezcla de pigmento y cera, disuelta en un disolvente orgánico.

Una fórmula típica de este proceso es la siguiente:

	% en peso
Parafina clorada al 42%	10 - 12
Parafina clorada al 70%	5 - 7
Binder	4 - 6
Oxido de Antimonio	5 - 7
Pigmentos coloreados	9 - 11
Carbonato de Calcio	5 - 7
Naftanato de Cobre	5 - 6
Disolvente	45 - 55

La parafina clorada al 42% es un líquido aceitoso y la clorada al 70% es una cera.

Los ligantes se resinas naturales o sintéticas

Entre éstas últimas un gran número de tipos diferentes han sido usadas con éxito, incluyendo: Cumaron+Indeno; Melamina modificada, urea formaldehído, uñilos etc.

Por supuesto las parafinas cloradas también -- sirven como ligantes, y por la liberación de cloro o -- ácido clorhídrico que reacciona con el óxido de antimonio y el carbonato de calcio, imparten a las telas tratadas la característica de resistente al fuego.

El naftanato de cobre está presente como inhibidor de moho. El disolvente es un hidrocarburo algunas veces modificado para mejorar su capacidad para disolver los ligantes.

En este tipo de acabado la exposición a la intemperie durante un período considerable, despues de -- procesado, ayuda mucho a llegar a los requerimientos es tablecidos. No obstante los buenos resultados obtenidos este acabado tiene un gran número de desventajas. La -- principal es, además, de su tacto distinto al de las telas de algodón naturales el hecho de que resulta inadecuado para el acabado de telas que vayan a usarse en la confección de prendas de vestir, se usa solamente para telas para tiendas de campaña, lonas para cubrir o usos similares.

#### Acabados a base de Resinas.

Un adelanto muy importante en el acabado del -- algodón que ha tomado lugar desde 1930 y tiene todas -- las indicaciones de llegar a ser más y más importante -- en el futuro, ha sido el uso de las resinas.

#### ACABADO RESISTENTE AL LAVADO.

Este tipo de acabados, ha sido obtenido por me



dio de dos métodos generales, el primero basado en el uso de resinas termoplásticas y el segundo en derivados de la celulosa.

### RESINAS TERMOPLASTICAS.

Hay un gran número de diferentes tipos tales como: Vinilos, ácido acrílico, ácido metacrílico, y resinas de estireno, todos ellos compuestos no saturados que se polimerizan por la doble ligadura que contienen.

El término Termo-plástica, significa simplemente que el material se suaviza o funde cuando es calentado, y que vuelve a solidificarse cuando se enfría, similar a lo que sucede con la cera parafinada y muchos otros compuestos orgánicos.

Esta clasificación se usa para distinguir entre estas resinas y las de urea o melamina formaldehído a las cuales se les dice que son termo-fijas o termo-estables. Esta clasificación abarca al grupo de resinas que la primera vez que son calentadas ( como en el caso de curado ) cambian de una parta líquida o blanda, a un sólido duro el cual no se fundirá con calentamientos sucesivos.

Volviendo al tipo de acabado en cuestión se observa que otras características obtenidas son: una mayor resistencia a la abrasión y un buen cuerpo o tacto. Además no producen ningún debilitamiento en la resistencia a la tensión del hilo, ni retienen cloro. Esto último es una gran ventaja comparado cuando se usan resinas del tipo de melamina.

Por último, y antes de pasar al otro método pa-

ra obtener acabados resistentes al lavado, mencionaremos el hecho de que para su aplicación estas resinas -- son polimerizadas antes de entrar en contacto con la -- mercancía por acabar encontrándose en el mercado para -- su uso textil en forma de dispersiones acuosas o en soluciones en disolventes orgánicos.

Cabe señalar que aunque este tipo de resinas -- aparecen en el mercado en forma de dispersiones acuosas, o en soluciones en algún disolvente orgánico y no requieren polimerizado, y puede por lo tanto evitarse el curado, también es cierto que en muchos casos se ha encontrado que un curado al 140°C. ayuda considerablemente a la permanencia del acabado, y confiere a la tela -- un mejor tacto, y una mayor resistencia a la abrasión.

#### DERIVADOS DE LA CELULOSA:

Los dos tipos generales de productos que más -- prometen por el momento son:

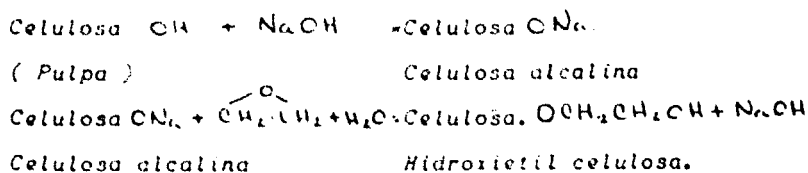
- a).- Derivados de la celulosa, tales como la hidroxietil celulosa que es soluble en medio alcalino.
- b).- Y Celulosa químicamente no cambiada, y que es posible poner en dispersión en un medio como Cincato de sodio alcalino.

Ambos tipos de compuestos se encuentran en el mercado bajo diferentes nombres dando en su aplicación acabados con diferentes grados de suavidad, dureza y -- tacto que son permanentes o durables tanto al lavado en seco como al lavado usual, aumentando a su vez tanto la resistencia a la tensión como a la abrasión, y en adición pueden ser usados como base para el uso de agentes de carga y ancilla, tales -- y pigmentos.

Por ser de interés a continuación mencionaremos el proceso general que se usa para la obtención de Esteres de celulosa:

Pulpa de celulosa se trata con sosa caústica, - para obtener celulosa alcalinizada, igual que se hace en el proceso de la viscosa para rayón. Los grumos así formados, que contienen la cantidad adecuada de hidróxido - de sodio y agua son tratados con diferentes compuestos - según el éter que se desee.

Así tenemos que en el caso de la hidroxietil ce-  
lulosa que ya mencionamos anteriormente las reacciones - que tienen lugar son las siguientes:



La viscosidad, capacidad para formar película y la solubilidad del Eter resultante dependerá del carácter de la pulpa usada, del grado de sustitución y del grado final de polimerización. En general se ha comprobado que aquéllos en donde ha habido más sustituciones -- son más fácilmente solubles y los que han alcanzado un mayor grado de polimerización dan las soluciones más viscosas.

Resumiendo, las ventajas principales de este tipo de acabados son:

- a). - No necesitan curarse.
- b). - Mayor resistencia de la fibra y menos abrasión.
- c). - Ningún daño debido a la retención del cloro.

## ACABADO INARRUGABLE.

### ACABADO DE CONTROL DE ENCOGIMIENTO.

En la más íntima relación con el apresto inarrugable se halla el apresto químico contra el encogimiento de tejidos de fibras celulósicas, y por ese motivo vamos a continuación a estudiar las características comunes a ambos:

Estos procesos de ennoblecimiento consisten en disminuir el poder de hinchamiento de las fibras con el fin de aumentar su resistencia a la rotura, aumentando - al mismo tiempo su capacidad de conservar la forma. Ello se consigue depositando en el interior de la fibra unas sustancias amorfas y elásticas que fijan las micelas en su posición rellenando los espacios intermicelares y dificultando así la penetración del agua.

Preferentemente se usan para ello unas sustancias llamadas precondensados, aminoplastos hidrosolubles, cuyo componente esencial suele ser un aldehído, generalmente el formaldehído.

Se prestan para ello los siguientes compuestos:

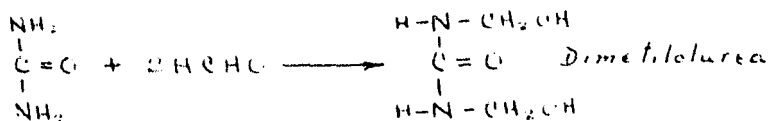
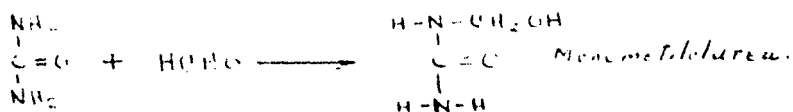
- 1).- Productos a base de precondensados de urea y formaldehído u otros aldehídos.
- 2).- Productos a base de precondensados de melamina formaldehído.
- 3).- Productos a base de derivados de urea y aldehídos.
- 4).- Productos a base de precondensados de etilénurea y formaldehído.
- 5).- Productos a base de litoral.
- 6).- Productos a base de precondensados de amidas del ácido carbónico y formaldehído.

7).- Productos a base de precondensados de uretanos y -- formaldehído.

8).- Productos a base de precondensados de cetonas y for maldehído.

Las sustancias más empleadas en este tipo de -- aprestos son las que corresponden a 1, 2, 3, y 5 de to-- dos ellos consideraremos solamente el mecanismo de forma ción de las resinas urea formaldehído (1).

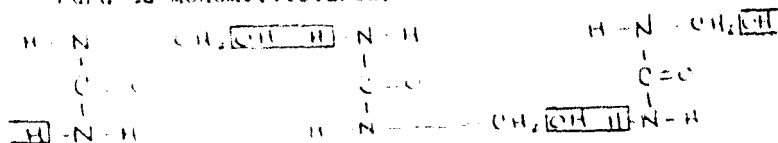
Bajo ciertas condiciones y en presencia de ca-- lor y algún acidógeno (erróneamente llamados catalizado-- res) adecuado, la urea y el formaldehído se combinan for mando productos de condensación altamente moleculares. - Esto se realiza de acuerdo con las siguientes ecuaciones:



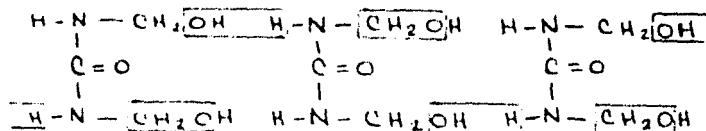
Estas metilolureas son llamadas dímeros y la urea y el formaldehído son los monómeros. Son solubles en agua y como se dijo anteriormente en la presencia de algún áci dogeno, se polimerizaran desprendiendo agua en el caso -- del mono-compuesto y agua con formaldehído en el caso de la dimetilolurea.

Las reacciones son las siguientes:

Para la monometilolurea,



Y para la dimetilolurea.



Como se ve, en esta resina, la unidad que se repite una y otra vez para formar la cadena del polímero es el grupo

El mismo principio general se aplica a la mayor parte de las resinas y plásticos, con la excepción de -- que los monómeros y los dímeros serán diferentes.

Se puede influir grandemente sobre las características del producto eligiendo una determinada relación molar. Así por ejemplo reduciendo la proporción de formaldehído se obtiene un precondensado de mayor reactividad. Por otro lado eterificando los grupos metilol se -- puede obtener cierta estabilización de los productos, -- con lo cual se obtienen precondensados que se distinguen por su inalterabilidad, su estabilidad en el baño y por desprender muy poco olor a formaldehído.

Continuando en el proceso, tenemos que los precondensados en solución acuosa, difundidos en la fibra -- son transformados así mismo, bajo la influencia de ácidos -- genos y temperaturas mayores, en macromoléculas tridimensionales y anulares. En este proceso químico, además de agua, se libera formaldehído, el cual, según y conforme las condiciones de trabajo, origina una formalización -- más o menos intensa en la fibra.

Antes de considerar el problema desde el punto

de vista práctico o de aplicación, diremos aún algunas palabras sobre la índole y acción de los acidógenos requeridos para la polimerización y el curado de la resina.

Como acidógenos se emplean generalmente sales y algunas veces ácidos libres; además se usan oxidantes para las resinas de melamina.

El tipo de acidógeno influye esencialmente sobre las propiedades de la resina. Así, las sales de amonio de fuertes ácidos inorgánicos, tales como el nitrato, cloruro o sulfato de amonio, producen una resina dura; las sales de amonio de los ácidos orgánicos, como el lactato, el glicolato, etc., originan en cambio una resina más blanda. Las sales metálicas, tales como el cloruro o el nitrato de cinc, así como el di- y el monosulfato de amonio ocupan un lugar intermedio. Los medios oxidantes como por ejemplo el agua oxigenada, producen una resina voluminosa. Y así pues, es posible influir ampliamente sobre las cualidades de la resina eligiendo el acidógeno adecuado.

El pH del baño no indica la cantidad de acidógeno necesaria para el endurecimiento de la resina, si bien da a conocer hasta qué punto un baño de impregnación permanece estable. Usando por ejemplo como acidógeno el difosfato de amonio de reacción alcalina, el pH inicial del baño estará alrededor de 7. Solo en el transcurso de varias horas baja poco a poco aproximadamente hasta 6. Con el nitrato de amonio en cambio de reacción debilmente ácida el pH inicial del baño estará

alrededor de 6, pero baja en poco tiempo a 5 y a veces más, sobre todo en presencia de hierro o sales férricas. Es muy importante de tomar en cuenta ya que si el pH es demasiado bajo, siendo por lo tanto la reacción del baño demasiado ácida, la condensación puede iniciarse prematuramente; en el baño se producen condensados polimerizados, insolubles en agua. Las moléculas de mayor tamaño, originadas por la condensación progresiva, ya no pueden penetrar al interior de la fibra y se depositan principalmente en la superficie de la misma.

Los tejidos presentarán entonces un tacto duro y áspero y de poca resistencia al arrugado, así como valores de abrasión inferiores.

Aplicación.- La aplicación de este tipo de resinas se lleva a cabo en un "foulard". Generalmente se usa uno de 3 rodillos a fin de poder dar al tejido 2 inmersiones en el baño y 2 exprimidas, ajustando la presión de los rodillos de tal modo de obtener un efecto de exprimido de 75%.

Cualquiera que sea el tipo de "foulard" que se use lo que se busca es que la cantidad necesaria de resina sea absorbida por el tejido y además que quede distribuida en forma pareja en la tela.

El material debe ser inmediatamente secado, de preferencia en una rama de agujas sometándolo a la menor tensión posible, y a una temperatura abajo de 95°C. y después curado.

Las temperaturas y los tiempos de curado guardan una relación entre sí, como se ve en la tabla si-



guiente:

Temperaturas °C	Tiempo, en minutos
127	10
138	5
163	2

Temperaturas abajo del 120°C no dan curados satisfactorios.

Después del curado la tela debe ser cuidadosamente enjabonada y lavada para eliminar el catalizador ácido y el exceso de resina.

Otra consideración muy importante, es el que - tela que vaya a ser sometida a este tipo de acabado además de estar en las condiciones óptimas de absorción, - no debe tener almidones, aceites sulfonados o cualquier otra sustancia que pueda obstaculizar la penetración de la resina.

Ya para finalizar con este capítulo y antes de pasar al estudio de las operaciones físicas y físico-químicas a que son sometidas las telas, creemos necesario hacer hincapié en que tanto en el secado como en el curado es esencial prevenir la migración de la solución de resina, ya que de haber alguna migración, el secado final sería disparejo.

### CAPITULO # 3

#### SECADO DE LAS TELAS DE ALGODON

En este capítulo, y después de haber tratado el aspecto químico del acabado de telas de algodón; enumeramos las distintas operaciones, ya sea de carácter mecánico o físico-químico, a que tienen que ser sometidas -- las telas una vez que han sido aprestadas, así como también la maquinaria usada con ese objeto.

En primer lugar, deben ser secadas y generalmente después sometidas a un torculado o planchado. Este último punto será tratado con toda amplitud en el próximo capítulo, y por lo tanto, vamos a continuación a enfocar nuestro estudio hacia la operación del secado, sus posibilidades y sus limitaciones para el caso concreto que nos ocupa.

#### PROCEDIMIENTOS POSIBLES PARA SECAR LOS TEJIDOS

En los últimos años se han desarrollado procedimientos que sin afectar grandemente los procesos usados en la industria textil. Especialmente en el secado de los artículos textiles, se han logrado tales progresos, que un ingeniero ocupado de los acabados, tiene serias dudas sobre si los procedimientos hasta ahora acostumbrados se podrán sostener viables bajo el punto de vista económico. Por otro lado hay objeciones contra estos nuevos procedimientos basados en la posible influencia sobre la calidad de fibra así secada. Todos estos nuevos procedimientos -- tienen por meta introducir por unidad de superficie y de tiempo la mayor cantidad de calor. En lo que sigue damos una descripción de los sistemas para secar acostumbrados,

completándola con los procedimientos especiales.

Como se verá a lo largo de este capítulo, dichos procedimientos, corresponden a los factibles para la -- transmisión de calor, a saber conducción, convección y ra diación.

A) i- SECADO DE LAS TELAS EMPLEANDO EL PROCEDIMIENTO DE -- TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCTIVIDAD.

Lamáquina de secar más corriente está formada -- por un conjunto de cilindros giratorios calentados por vapor, alrededor de los cuales va pasando el tejido, des- -- prendiéndose de su humedad a medida que marcha hacia adelante.

Otra máquina basada en este tipo de transmisión de calor es la secadora Palmer, que consta esencialmente de un cilindro de bastante diámetro, (1800-2400 mm) calentado interiormente por vapor y alrededor del cual pasa un fieltro sin fin. En esta máquina la tela por secar se introduce entre el fieltro y la tambora manteniéndose tensa contra la superficie caliente por medio de la presión que ejerce el fieltro. El Palmer también recibe el nombre de acabadora con fieltro sin fin, pues además de secar el tejido, le suministra un acabado atractivo, caracterizado -- por un tacto suave y superficie lisa y brillante.

Si bien el uso de la secadora de tamboras es el sistema más barato, para secar los tejidos, su empleo --- ofrece algunas desventajas.

No existe control del ancho del tejido, y éste -- se estira en el sentido de la urdimbre o del pie; además el contacto con la superficie metálica es capaz de produ-

cir un acabado duro que normalmente no se puede aceptar como bueno.

B).- SECADO DE LOS TEJIDOS EMPLEANDO EL PROCEDIMIENTO DE TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN.

Este es uno de los métodos más antiguos para la transmisión de calor en la industria textil, Como muestra de maquinaria basada en este principio tenemos la mensarda de placas. En ellas las placas son huecas, y se calientan por medio de vapor; irradiando el calor necesario a la mercancía que pasa cerca de ellas.

Otro modelo de instalación utiliza generadores de calor por radiación, provistos de una superficie refractaria que se vuelve incandescente y desprende radiaciones infrarrojas. La ventaja es que con ella se logran elevadas temperaturas, baja pérdida calórica, gran efectividad y un elevado poder de penetración. Estos generadores son más compactos y más económicos que una batería de lámparas. Generalmente estas máquinas trabajan empleando un 50% de calor radiante y otro 50% de calor por convección.

Como dato general, el rendimiento de este tipo de máquinas es de 60 kg. de agua evaporada por metro cuadrado del tejido en contacto y por hora.

C.- SECADO DE LOS TEJIDOS EMPLEANDO EL PROCEDIMIENTO DE TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN.

Las máquinas que pertenecen a este grupo tienen como factor común, el que por medio de un gas caliente ( en la mayor parte de los casos, aire caliente) se transmite al tejido la cantidad necesaria de calor para la evaporación del agua.

A continuación pasaremos, en la forma más bre

ue posible, revuista a las distintas secadoras de convec-  
ción usadas:

Probablemente uno de los intentos más primiti-  
vos fué el empleo de una habitación donde el tejido hú-  
medo se colgaba de unas barretes y se le dejaba secar --  
con aire caliente.

Debido a la necesidad de aumentar la producción  
hizo falta aumentar la cantidad de corriente de aire; --  
éste se calentaba haciéndolo pasar sot e superficies me-  
tálicas calentadas con vapor; ya que el vapor es el agen-  
te mas económico como fuente calorífica.

Una mejora se obtuvo con el secador del flui-  
do caliente, conocido como máquina "Hot-Flue"; compues-  
to por unos bastidores en forma de círculo, a través de  
los cuales se hace pasar el tejido sobre una serie de ro-  
dillos situados en la parte superior e inferior de la má-  
quina.

Los rodillos están montados a distancias relati-  
vamente cortas entre sí, para evitar la formación de --  
arrugas en el tejido especialmente en las orillas.

El aire caliente entra por debajo, o por arriba  
en los intervalos entre los pliegues, y sale por los cos-  
tados de los mismos. En los modelos más modernos de "Hot-  
Flue" el secado se efectúa en dos tiempos: Primero, por  
medio del calor irradiado por las placas con vapor que --  
se encuentran colocadas entre los pliegues del tejido y,  
también mediante aire caliente, Segundo, por medio de --  
una corriente de aire caliente suministrada por un calen-  
tador multitubular y un ventilador que hace incidir el --

aire sobre el tejido en dirección paralela a su superficie, con lo que se establece una corriente de aire caliente, altamente eficiente para producir una vaporización efectiva.

Los secadores de bolsas fueron ideados posteriormente. Consisten en una caja metálica convenientemente aislada, dentro de la cual se mueve muy lentamente -- una serie de listones montados sobre un par de transportadores de cadena. El tejido húmedo se introduce por un extremo mediante unos rodillos provistos de un dispositivo que obliga a caer al tejido sobre los listones, formando unas bolsas cuya longitud puede variarse.

El aire caliente circula a través del interior de la máquina, ya sea vertical u horizontalmente, a una velocidad relativamente baja evitándose de esta manera, el que haya desarreglo en las bolsas.

Este modelo o tipo de secador que se conoce con el nombre de " Festoon ", ha sido mejorado en muchos aspectos; los modelos más modernos han adoptado el sistema de circulación de aire a contracorriente, mediante el cual, el tejido húmedo se encuentra con el aire más caliente a la entrada y, cuando ya está seco, con el más frío.

Además del tipo de secadores textiles citados, existen un gran número de construcciones más o menos similares, pero con diferente forma de transportar el tejido, de suministrar el aire caliente etc.

Pero en relación con nuestro estudio creemos -- conveniente omitir esos detalles, pasando a tratar con --

un poco más de detenimiento debido a su gran importancia en el acabado textil las Ramas secadoras.

Estas máquinas combinan junto con el secado, el ensanchado de los tejidos, siendo esta última operación muy útil pudiendo agregarse que para la mayor parte de los tejidos es indispensable.

Como es de suponerse, este tipo de máquinas ha sufrido un gran número de transformaciones en su construcción, tomando como base los primeros modelos que estaban compuestos por un bastidor manual formado por dos guías paralelas, que llevaban unas agujas o clavos para sostener el tejido, hasta las actuales, con sistema intercambiables de cadenas con agujas o con pinzas; con control automático de humedad; con dispositivo de sobrealimentación, y otros muchos accesorios.

Sin embargo no vamos aquí a enumerar cada máquina por separado, y solo haremos una subdivisión, basándola, en el agente usado como medio secador. Para el primer tipo, tenemos la maquinaria que emplea aire caliente.

En este grupo el aire caliente entra en contacto con la tela en muy diversas formas: Sea a lo largo de la cadena, sea a través de ella, o en algunas máquinas, incidiendo verticalmente sobre la superficie de la tela.

En el segundo grupo, tenemos las máquinas que emplean para el secado, vapor sobrecalentado, soplado a las telas, por medio de boquillas o toberas. Por medio de ventiladores se presiona el agente secador en este caso el vapor a las toberas colocadas arriba y abajo del tejido y cubriendo todo su ancho, con la circunstancia -

de que los canales que se encuentran entre las toberas están conectadas con un ventilador de succión, y por lo tanto el agente secador se encuentra formando parte de un ciclo cerrado.

A continuación y antes de estudiar los medios que tiene un ingeniero químico, para resolver los problemas relacionados con el secado, expondremos una tabla tomada de experiencias en la práctica, y que nos da una idea de la eficiencia de algunas de las máquinas mencionadas al principio de este capítulo:

- a).- Secadora de Pliegues.
- b).- Secadora ( Hot-Flue )
- c).- Secado de pliegues cortos.
- d).- Rama con aire caliente.
- e).- Rama con vapor sobrecalentado.

V:	1	2	3	6	50
G:	1	1.5	5	8	40
T:	500	300	100	60	15

En esta tabla:

v.- Velocidad del aire en m/seg.

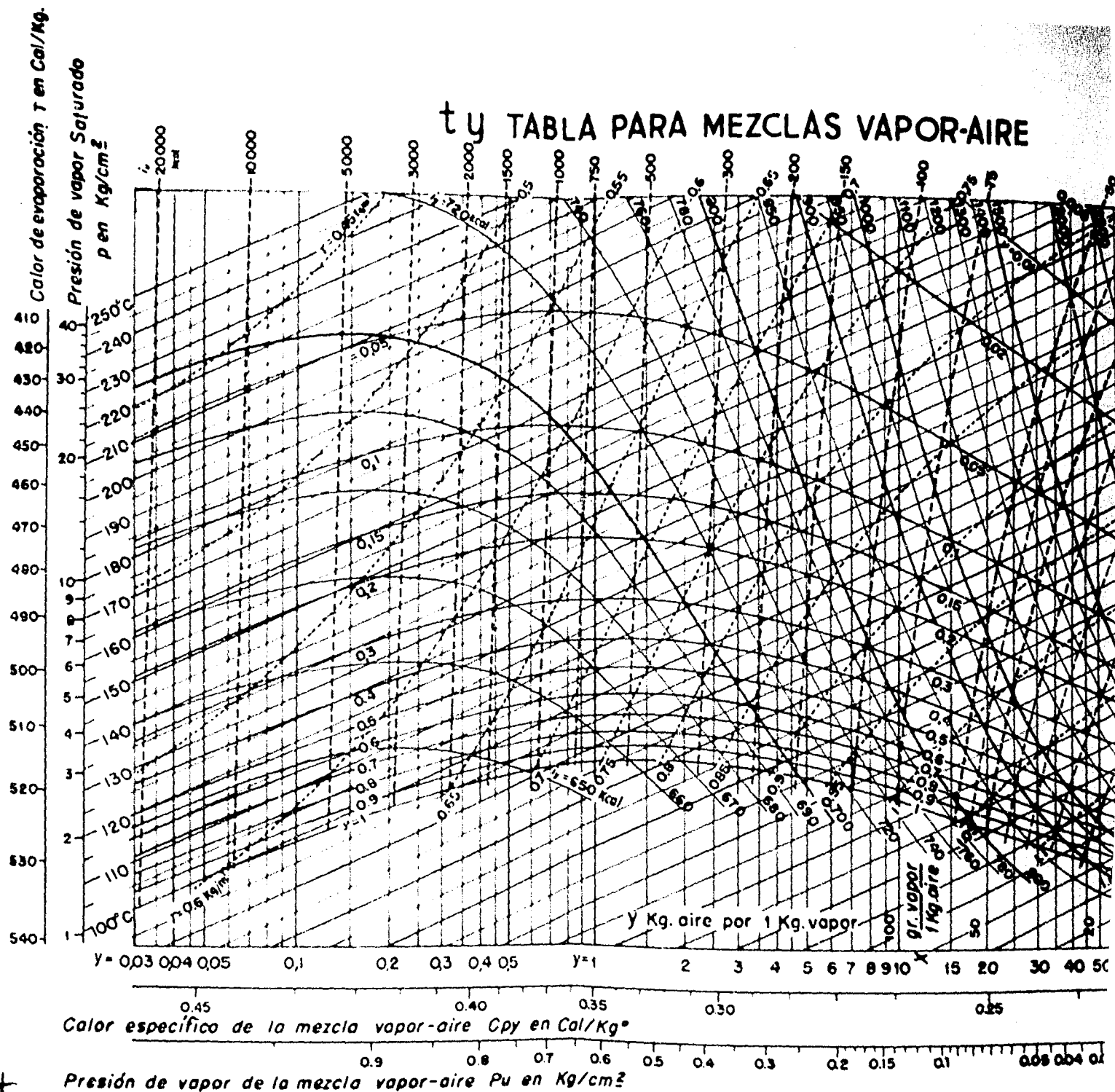
G.- Evaporación de agua en Kg/m<sup>2</sup>/hora

T.- Tiempo, en segundos, necesario para secar tejido - con peso de 150 g/m<sup>2</sup>

Como se puede observar, los datos de la gráfica anterior, señalan la importancia que tienen las ramas, bajo un punto de vista práctico. Sin embargo su estudio, exige la determinación de los estados de las masas, vapor-agua en el interior. Para ello necesita una serie de datos y cálculos, que nos permitirán resolver los problemas de secado, ya sea que se refie-



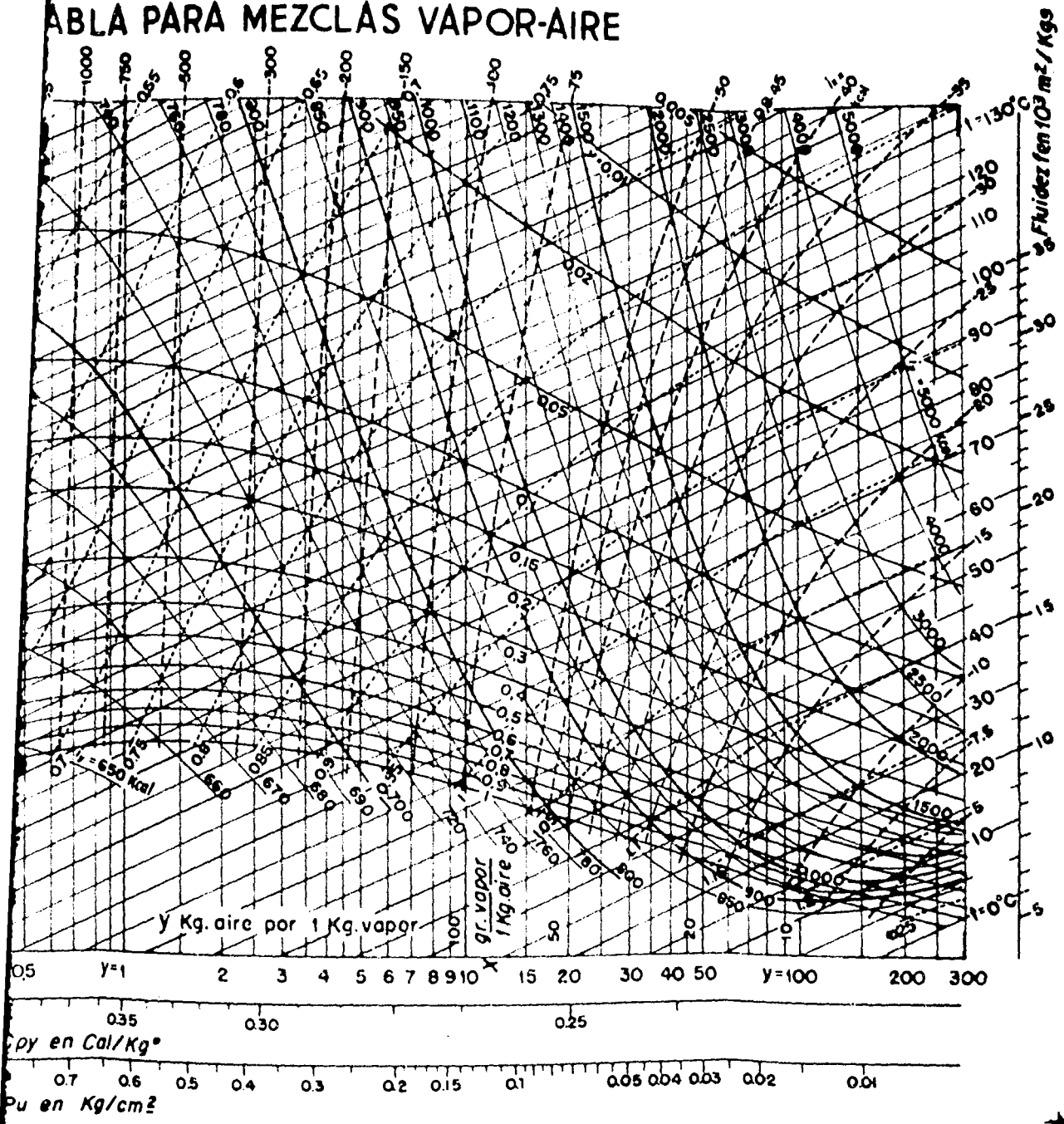
# ty TABLA PARA MEZCLAS VAPOR-AIRE



+

Presión de vapor de la mezcla vapor-aire  $P_u$  en  $\text{Kg/cm}^2$

# TABLA PARA MEZCLAS VAPOR-AIRE



nan éstos, a la eficiencia, a la economía, o a la calidad obtenida en la operación.

Por ser de gran interés y tomando en cuenta la escasa literatura a este respecto, haremos a continuación un estudio a fondo, de la construcción y aplicación de una tabla o gráfica para mezclas de vapor-aire.

Esta gráfica consta de:

Un grupo de rectas verticales que parten del eje de las abscisas, y que corresponden a distintos valores de  $Y$ , que son los distintos contenidos de aire con relación a 1 Kg. de agua evaporada.

Es de notar que en su trazo se usó escala logarítmica.

Partiendo de las ordenadas, hay una serie de rectas oblicuas y que corresponden a distintos valores de temperaturas, tomados en grados centígrados.

Una familia de curvas para las distintas magnitudes del grado de saturación o humedad relativa  $\psi$ . En la gráfica estén de color negro con línea continua.

Una familia de curvas para los distintos consumos de calor  $J_y$  dados en kilocalorías y refiriéndose a 1 Kg. de agua evaporada mezclada con  $Y$  Kg. de aire. Línea roja continua.

Una familia de curvas relativa a los calores de evaporación durante el secado,  $J_v$  expresados en kilocalorías. Línea punteada de color rojo.

Otra familia de curvas para los valores de los pesos específicos  $\gamma$  y de la mezcla vapor-aire a la presión de 760 mm de mercurio y con unidades en  $Kg/m^3$ . Lí

nea negra punteada.

De una escala de calores específicos  $C_p$  de la mezcla dada en  $K \text{ cal/Kg. C.}$  línea roja paralela al eje de las abscisas.

De otra escala de presiones de vapor de la mezcla  $P_v$  en  $\text{Kg/cm}^2$ . Al igual que la anterior está situada paralelamente al eje de las abscisas y abajo de la escala de  $Y$ . Línea roja.

Y por último de 3 escalas verticales para valores de: Calor de evaporación, presión de vapor saturado y fluidez dadas en  $\text{Cal/Kg. Kg/cm}^2$ . y  $10^3 \cdot \text{m}^2/\text{Kg. seg.}$  -- respectivamente.

#### Fundamentos Físico-Matemáticos:

Para el caso que nos interesa se han usado las siguientes ecuaciones:

Ecuación general de los gases:

$$P V = G R T \text{ --- 1}$$

En donde:

$P$  = Presión de la mezcla (vapor-aire) en  $\text{Kg/m}^2$ .

$V$  = Volumen de la mezcla en  $\text{m}^3$ .

$G$  = Peso de la mezcla en  $\text{Kg}$ .

$R$  = Constante del gas en  $\frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{Kg} \cdot \text{OK}}$

$T$  = Temperatura en  $^{\circ}\text{K}$

Ley de Dalton para mezclas vapor-aire:

$$P = p_a + p_v \text{ --- 2.}$$

$P$  = Presión de la mezcla.

$p_a$  = Presión parcial del aire en  $\text{Kg/m}^2$ .

$p_v$  = Presión parcial del vapor en  $\text{Kg/m}^2$ .

La relación:

$$\dot{y} = \frac{p_v}{p_s} \text{ ----- 3}$$

$\dot{y}$  = Grado de saturación o humedad relativa.

$p_v$  = Presión parcial del vapor de agua en Kg/m<sup>2</sup>.

$p_s$  = Presión de vapor del agua dado en Kg/m<sup>2</sup>; y en función de la temperatura. Estos valores pueden tomarse de la tabla de vapor.

La ecuación:

$$l_j = \frac{G_a}{G_v} \text{ ----- 4}$$

$l_j$  = Peso de aire en Kg. que es mezclado con 1 Kg de vapor de agua.

$G_a$  = Peso del aire en Kg.

$G_v$  = Peso del vapor en Kg.

Partiendo de estas ecuaciones vamos a deducir -- una ecuación para  $\dot{y}$  que nos sirva para trazar la familia de curvas en el diagrama.

Despejando en 1:

$$G = \frac{V}{T} \times \frac{1}{R} \times P \text{ ----- 5}$$

A partir de la ecuación 3:

$$p_v = \dot{y} p_s \text{ ----- 6}$$

Relacionando la 2 y la 5:

$$P = p_a + \dot{y} p_s \text{ ----- 7}$$

en donde:  $p_a = P - \dot{y} p_s \text{ ----- 7 Bts}$

Con la 5 y 6 (para el vapor)

$$G_v = \frac{V}{T} \times \frac{1}{R_v} \times \dot{y} p_s \text{ ----- 8}$$

De la 5 y 7 (para el aire)

$$G_a = \frac{V}{T} \times \frac{1}{R_a} \times (P - \dot{y} p_s) \text{ ----- 9}$$

Ahora si relacionamos la 4, con la 8 y la 9 obtenemos:

$$l_j = \frac{R_v}{R_a} \times \frac{(P - \dot{y} p_s)}{\dot{y} p_s} \text{ ----- 10}$$

De donde:

$$y = \frac{R_u P_t}{R_a \varphi P_s} - \frac{R_u}{R_a}$$

y despejando:

$$\varphi = \frac{R_u}{R_a} \times \frac{P}{\left(y \frac{R_u}{R_a} + R_u\right) P_s}$$

Sustituyendo los valores de las constantes siguientes en la ecuación obtenida.

$$R_u = \text{Constante del vapor de agua} = 47.06 \frac{\text{Kg} - \text{metro}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{K}}$$

$$R_a = \text{Constante del aire} = 29.97$$

$$\frac{R_u}{R_a} = 1.61.$$

$$P = \text{Presión total de la mezcla} = 10333 \text{ Kg/m}^2 = 760 \text{ mm mercurio.}$$

Nos queda finalmente:

$$\varphi = \frac{1.61}{(y + 1.61)} \times \frac{10333}{P_s} \text{ --- 11}$$

Ecuación en la cual podemos trazar las curvas que nos dan la humedad relativa.

Para la construcción de la familia de curvas "  $J_y$  " partimos de la fórmula general siguiente:

$$J = G \times C_p \times \Delta t \text{ --- 12}$$

En la cual:

$J$  = Contenido de calor en Kcalorías.

$C_p$  = Calor específico a presión constante en Kcal/Kg  $^\circ\text{C}$ .

$\Delta t$  = Incremento de la temperatura.

Aplicando esta fórmula para el caso del vapor resulta:

$$J_u = (Y_c + C_{pu} \times \Delta t) G_u \text{ --- 13}$$

De donde todos los términos ya han sido nombra--

dos con excepción de  $V_0$  y que representa: El calor de -- evaporación para el agua a  $0^{\circ}\text{C}$  y que es igual a  $595.4$  -- Kcal/kg.

Ahora con la misma ecuación 12 aplicándola al -- caso del aire:

$$J_a = G_a \times C_{pa} \times \Delta t \text{ --- 14}$$

Con estas tres últimas ecuaciones y partiendo -- de la definición de que " $J_y$ " es igual al contenido de calor de  $y$  Kg de aire seco, todo esto relacionado a ---  $0^{\circ}\text{C}$ .

Tenemos que:

$$J_y = J_a + J_v = G_a \times C_{pa} \times \Delta t + G_v (V_0 + C_{pv} \Delta t) \text{ --- 15}$$

Pero:

$$G_a = y \text{ Kg de aire seco.}$$

$$G_v = 1 \text{ Kg de vapor de agua.}$$

$$V_0 = 595 \text{ Kcal/Kg.}$$

$$C_{pa} = 0.24 \text{ Kcal/ Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{pv} = 0.46 \text{ Kcal/ Kg}^{\circ}\text{C}$$

Con lo que sustituyendo esos valores nos queda -- finalmente:

$$J_y = 0.24 \cdot \Delta t \cdot y + 595 + 0.46 \Delta t \text{ --- 16}$$

Es mediante esta ecuación; para distintos valo- res de  $y$  para una temperatura  $t$  dada; que podemos tra- zar la familia de curvas  $J_y$  en la gráfica.

En lo que respecta al trazo y localización de -- las curvas  $J_x$ , hay que considerar que nos van a dar el -- contenido de calor de  $1/y$  Kg de vapor de agua más el con- tenido de calor de  $1$  Kg de aire seco, todo dado en Kcalo

rias.

Basándose en esto para representarlo por medio de una ecuación nos basta dividir la ecuación 16 entre  $y$ .

$$\frac{J_y}{y} = J_x = 0.24 \Delta t + \frac{595 + 0.46 t}{y} \quad \text{--- 17}$$

Para determinar el peso específico de la mezcla vapor-aire sirve ante todo la fórmula general para los gases.

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad \text{--- 18.}$$

En la cual:

$\gamma$  = Peso específico de un gas en  $\text{Kg/m}^3$

$G$  = Kg del gas

$V$  = Volumen del gas en  $\text{m}^3$

Aplicándola para la mezcla vapor-aire, y tomando en cuenta la ley de Amagat que nos dice que: El volumen total ocupado por una mezcla gaseosa, es igual a la suma de los volúmenes de los componentes puros:

$$\gamma = \frac{G_v + G_a}{V_v + V_a} \quad \text{--- 19}$$

Por otro lado, a partir de la ecuación 1 despejando el volumen  $V$ :

$$V = G R \frac{T}{P} \quad \text{--- 20}$$

Sustituyendo este valor en 19 tanto para  $V_a$  como para  $V_v$  obtenemos:

$$\gamma = \frac{P}{T} \times \frac{G_v + G_a}{(R_v G_v + R_a G_a)} \quad \text{--- 21}$$

Y puesto que:



$$P = 10333 \text{ Kg/m}^2$$

$$G_v = 1 \text{ Kg de vapor de agua}$$

$$G_a = y \text{ Kg. de aire.}$$

$$R_v = \text{Constante del vapor de agua} = 47.06 \frac{\text{Kg-metro}}{\text{Kg}^\circ \text{K.}}$$

$$R_a = \text{Constante del aire} = 29.97.$$

Nos queda:

$$T = \frac{10333}{273+t} \times \frac{1+y}{(47.06 + 29.97y)}$$

y por último simplificando:

$$T = \frac{(1+y)}{(273+t)(0.0045543 + 0.002900y)} \quad \dots 22$$

Fórmula que nos permite trazar en el sistema de coordenadas las curvas correspondientes a los pesos específicos, en la mezcla vapor-aire.

La escala de los colores específicos en la mezcla, nos va a quedar determinada por la ecuación a continuación:

$$G C_{pm} dT = (G_a C_{pa} + G_v C_{pv}) dT$$

De donde despejando:

$$C_{pm} = \frac{G_a C_{pa} + G_v C_{pv}}{G}$$

Y por último sustituyendo:

$$C_{pm} = \frac{y C_{pa} + 1 C_{pv}}{y + 1}$$

Y como:

$$C_{pv} = \text{Calor específico del vapor} = 0.46 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C.}$$

$$C_{pa} = \text{Calor específico del aire} = 0.24 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C.}$$

(Ambos valores están dados a la presión de 760 mm de mercurio).

Quedándonos finalmente:

$$C_{pm} = \frac{0.46 + 0.24y}{1+y}$$

Teniendo por último que la escala de la fluidez del agua  $f$  se traza con los datos que proporciona una tabla de viscosidad dinámica, mientras que para trazar las escalas respectivas a la presión  $P$  y al calor de condensación del vapor saturado se recurre a las tablas de vapor.

Con esto queda terminada la explicación de cuales son las ecuaciones que nos permiten trazar la gráfica, así como las consideraciones y deducciones por las cuales se llega a dichas ecuaciones.

Esta gráfica o diagrama que llamaremos tabla --  $ty$  dado que la temperatura  $t$ , y el contenido de aire en la mezcla  $y$  son los valores más importantes para calificar la atmósfera en el secado, y que los tomamos como base del sistema de coordenadas; nos permite formarnos un cuadro claro sobre la atmósfera de la secadora. Y haciendo una comparación con los trabajos anteriores que nos permitían sólo de una manera incompleta estudiar los distintos valores correspondientes a cada estado de una mezcla, podemos observar que el uso de la tabla  $ty$  nos hace posible un reconocimiento completo en cualquier situación que se nos presente en la práctica con una secadora que trabaje a la presión atmosférica.

Un ejemplo de lo anteriormente dicho tenemos, en la refutación por medio del diagrama, de la teoría de que arriba de la temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  no existían valores de la humedad relativa siendo que podemos ver claramente que las curvas para  $\phi$  pasan el límite de la isoterma de  $100^{\circ}\text{C}$  sin ninguna declinación o quiebre. Esto -

es muy importante porque no hay que olvidar que esos valores tienen mucha importancia en el secado tanto para temperaturas arriba como abajo de  $100^{\circ}\text{C}$ .

Como ya se dijo anteriormente sobre la abscisa de la tabla 1- $y$  quedan graficados los valores de la relación de la mezcla es decir el peso de aire en relación con 1 Kg. de vapor de agua.

En esta escala se comienza con el valor de  $y = 0.03$ , siendo conveniente aclarar que en una secadora de textiles no se alcanzan valores tan bajos.

A este respecto se ha podido averiguar experimentalmente que en las secadoras de vapor sobrecalentado cuando se trabajan muy bien empacadas; sin succión o de existir ésta que sea en forma mínima, y por último sobre un volumen mínimo, tienen un contenido de aire que nos es dado por  $y = 1$ . Y para ramas de secar en donde es posible hacer la entrada y la salida de material por un orificio muy estrecho nos es dado por  $y = 0.5$ .

A fin de ilustrar lo anterior a continuación daremos un ejemplo tomado con datos obtenidos en la práctica.

En una rama secadora con boquillas que trabaja con vapor por sobrecalentado, la lectura del termómetro de bulbo seco es de  $130^{\circ}\text{C}$  y la del bulbo húmedo de  $91^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de condensación tomando un error de  $1^{\circ}\text{C}$  es igual a  $90^{\circ}\text{C}$ .

En la gráfica buscamos el corte de la isoterma de  $90^{\circ}\text{C}$  con la curva para  $\varphi = 1$ ; a partir de este punto y siguiendo la línea roja punteada ( $J_x$ ) buscamos por -

último el cruce con la isoterma de  $t = 130^{\circ}\text{C}$ ; y en ese punto podemos hacer las siguientes lecturas:

El contenido de aire en el medio de la secadora es de  $y = 0.8$ .

La humedad relativa es  $\phi = 0.25$ .

El consumo de vapor necesario para evaporar 1 Kg de agua en estas condiciones nos queda determinado por la lectura  $J_y = 680$  Kcal/kg de agua evaporada.

En el ejemplo arriba mencionado la temperatura a la salida de las boquillas es de  $140^{\circ}\text{C}$ . Con este nuevo dato y tomando como punto de partida en la gráfica; el punto que localizamos anteriormente para definir el estado del medio; seguimos la línea roja punteada ( $J_k$ ) que pasa por dicho lugar hasta el cruce con la isoterma de  $140^{\circ}\text{C}$ ; y definimos ahí un 2o. punto para el cual el valor de la humedad relativa es de  $\phi = 0.18$ . Notando que el contenido de aireal Kg de agua evaporada no ha sufrido un cambio apreciable comparándolo con el del estado anterior y tendremos que  $y = 0.8$ .

Refiriéndonos al ventilador es importante saber o conocer el peso específico del medio ambiente. Este dato lo obtenemos en el punto del estado #2 y es igual a  $\gamma = 0.63$  Kg/m<sup>3</sup>.

De esta manera queda ilustrada, la utilidad práctica que tiene para el Ingeniero el empleo de la tabla -- ty, en el estudio del equipo de secado y en especial, -- cuando se trata de ramas modernas.

## CAPITULO # 4

### LOS TORCULOS EN EL ACABADO DE TELAS

Otra de las máquinas, indispensables para el aca-  
bado de telas es el tórculo, y debido a su importancia de-  
dicaremos parte de este capítulo, a su descripción, y al  
estudio de sus principales características, factores que  
afectan su uso etc.

Hay dos clases generales de tórculos que denomi-  
naremos: ligero y extra-pesados, en ambos se somete el teji-  
do a un proceso mecánico, cuyo objeto es cerrar el teji-  
do y darle a la tela una vista y un tacto fino, facilitan-  
do por consiguiente la venta de la mercancía.

Como último miembro de una cadena de fabricación  
deben ambas máquinas proporcionar a las piezas el mejor -  
acabado, siendo factores importantes tanto el personal en  
cargado del tórculo como las circunstancias y operaciones  
anteriores:

El arreglo del telar. El material (hilo). Los --  
productos de abresto. La forma de trabajo en el blanqueo  
y en el abresto etc.

Merecen mencionarse las siguientes característi-  
cas de construcción, que determinan el aspecto final de -  
la mercancía que pasa por él:

- 10.- El número de rodillos
- 20.- La disposición de los rodillos, clase de rodillos y  
su diámetro.
- 30.- La presión.
- 40.- La velocidad de trabajo.
- 50.- La temperatura.
- 60.- El material empleado en la manufactura de los rodi--

Los elásticos.

70.- La dureza de la superficie de los rodillos.

80.- La tensión a que se somete el material durante su --  
paso por la máquina.

90.- El número de pasos por la máquina.

De la distinta aplicación de dichos factores, de  
pende el que se obtenga un buen o mal resultado final. --  
Posteriormente analizaremos con mas detalle cada punto.

Los tórculos se subdividen en tres categorías:

A.- Tórculos húmedos: En esta categoría existen solamente  
dos tipos de máquinas; el de agua y el que imita el efec-  
to de mercerización; en ambos casos la tela entra húmeda  
y de ahí su nombre, de " símil "

El primero consta de dos a cinco rodillos y sir-  
ve exclusivamente para reducir el contenido de agua de la  
tela, y está colocado como máquina final del blanqueado.  
La tela al salir está todavía húmeda y generalmente con-  
tiene 60% de agua del peso de la mercancía seca; una vez  
aprestada sigue el tratamiento con tórculos de la catego-  
ría B o C que veremos mas adelante.

El segundo tiene una construcción especial; per-  
tence al departamento de blanqueo y se usa en telas blan-  
cas, telas de camisas, etc. donde es importante que reci-  
ban un brillo sólido al lavado y como su nombre lo indica  
su objeto es obtener un efecto parecido a un mercerizado  
auténtico. La tela desmenuada y chamuscada se lava, y em-  
pujada en agua se pasa por el tórculo símil de cuatro ro-  
dillos, y apropiada anteriormente al se trata de uno de -  
tres rodillos.

En este tipo de máquina, el rodillo de acero -- alcanza temperatura de 240 a 300°C, saliendo por lo tanto las telas secas. Usando presiones altas se desarrolla sobre la mercancía un lustre grasoso que por las operaciones subsiguientes de apresto y blanqueo adquiere un lustre aceoso agradable.

Las telas estabilizadas están sometidas al efecto combinado de tres tipos de tórculos: El de agua, el símil y los de categoría B o C.

La fuerte presión del de agua ejerce ya cierta operación de cerrar el tejido y el tratamiento en el símil tiene una influencia fundamental que incluye de antemano en el aspecto final de la mercancía; esto se ve claro si se considera que el primero para el ancho de 2000 mm. se emplea una presión de 30 Kg/cm<sup>2</sup> mientras que en el segundo para el mismo ancho, se emplean de 60 a 100 Kg/cm<sup>2</sup>.

B.- Tórculos para acabar: Son estos los más usados, ya que se calcula que de los tórculos que hay, el 80% pertenece a esta categoría, quedando el 20% restante integrado por los de la categoría A y C. En estas máquinas la tela es tratada en su estado seco, y el número de rodillos oscila de tres a doce, siendo los que más se aproximan a los usados en la industria del papel que llega a tener hasta 20 rodillos. Su localización está en el departamento de apresto y constituyen la última etapa del proceso de acabado.

En la mayor parte de los casos de tela antes de pasarla por el tórculo es humedecida por medio de rocío

o de vaporización con lo que se suaviza el contenido de apresto de la tela, lo que facilita el pegado del pie y el de la trama y la mercancía aparece más cerrada y además se evita el tacto duro y quebradizo con el que queda la tela después de ser secada ya sea en una rama, en una secadora de cilindros; al dejar a la tela con un estado normal de humedad; siendo recomendable que después de la humidificación, la mercancía se enrolle y almacene en una bodega fría toda la noche, a fin de que la fibra tenga tiempo de reponerse del proceso de secado. Para el acabado se usan máquinas por medio de cepillo o -expresas, y se utiliza agua limpia o algunos productos de apresto, los cuales influyen en el efecto de brillo y en la suavidad.

En este tipo de tórculos distinguimos los siguientes efectos básicos:

- 1).- Efecto de rodillos
- 2).- Efecto mate.
- 3).- Efecto de fricción.
- 4).- Efecto "chasing".

1.- En términos generales se puede llamar efecto de rodillos al que se logra pasando, la tela entre un rodillo de metal y otro elástico; ya en la práctica se obtiene haciendo pasar la mercancía entre todos los rodillos de que conste la máquina tanto duros (metal) como elásticos (algodón, papel y guta).

De la clase de mercancía depende la disposición de los rodillos; y en todos los casos la transmisión del movimiento se efectúa por medio del rodillo metálico - evitando así el desgaste excesivo de los rodillos elás-



(icos) que arrastra consigo por una fricción rotativa a los demás, que están mantenidos bajo la presión debida - por medio de palancas y contrapesos, o bien aumentando la presión por medio de aire o agua sobre los pistones - (Tórculos con presión neumática o hidráulica).

Para regular el brillo de la superficie de la tela, se aumenta o disminuye la presión sobre los cilindros y se varía la temperatura de los cilindros metálicos, siendo en este caso el efecto de fricción mínimo. - Por otro lado el número y diámetro de los rodillos tienen gran importancia también sobre el efecto que se desea lograr.

2).- Efecto Mate. - El resultado de este efecto es contrario al del efecto anterior, ya que aquí no se busca lograr un brillo metálico, sino un brillo suave y profundo, permaneciendo los hilos redondos y el tacto suave, lo cual se logra pasando la mercancía solamente entre los rodillos elásticos, sin aplastar el hilo, mejorando la vista de la tela conforme se aumenta el número de pasos.

Los rodillos de metal que se encuentran en el tórculo para efecto mate sirve solamente para calentar la superficie de los rodillos elásticos que son los que van a estar en contacto con la tela.

En este tipo de tórculos, al igual que el caso anterior la fricción que se tiene es muy ligera la cual solo produce un cierto brillo suave, sin llegar al brillo metálico duro.

3).- Efecto de Fricción. - Mientras que los efectos anteriores se producen por el paso de la tela entre rodi-

llos que tienen una velocidad igual el efecto de fricción se obtiene al paso de la tela por entre rodillos que tienen velocidades diferentes hasta en un 30% y en algunos casos especiales hasta 350%; esto último se usa en la fabricación de ciertas telas para uso técnico tales como: tela para diseñar, calicó etc.

Este efecto nos produce un alto brillo, quedando el hilo de la tela aplastado y obteniéndose un tacto duro. El grado de brillo se regula aumentando la presión, o la diferencia de velocidades, siendo también factores importantes la temperatura y el añadir en el apresto ceras u otros compuestos que faciliten la obtención de brillo en el tratamiento posterior.

Además de la fricción obtenida como se vio anteriormente por la diferencia de velocidades, hay otra que se logra por la formación de un ángulo entre los ejes de los rodillos pudiendo llegar a ser hasta de 50°. Una consideración muy importante al trabajar con este tipo de máquinas es la de que una vez que ha pasado la tela entre dos rodillos no debe pasar directamente a otro con distinta velocidad ya que puede romperse.

#### MANGLE O TORCULO EXTRAPEESADO.

Antes de entrar al estudio de los Tórculos con dispositivos "chasing", considero de interés hacer una referencia a la máquina llamada "mangle" ya que además de ser usada en el acabado de telas de algodón, es en cierta forma una precursora de esas.

Consta generalmente de dos rodillos de fundición, los cuales pueden tener sus chumaceras verticales

u horizontales, habiendo en algunos casos, un tercer rodillo elástico colocado bajo los otros dos.

La mercancía que va a entrar a la máquina está enrollada en un rodillo especial, y en las maquinarias modernas el enrollado y desenrollado viene a hacerse por medio de un mecanismo que se denomina revólver y que le da al proceso cierto carácter de continuo, llegando a enrollarse en uno u otro caso hasta 250 m de tela.

La mayor parte de las telas de algodón se trabajan con una presión gradual hasta de 40,000 Kg/cm<sup>2</sup> enrollándose la mercancía sobre un rodillo de fundición revestido de papel y yute, y así entra entre los dos rodillos de la máquina recibiendo un movimiento alterno hacia adelante y hacia atrás, es decir solamente el primer metro de tela entra en contacto directo con el metal de los rodillos, con lo que el resto de la tela queda con sus hilos sin aplastar, ya que durante la operación tanto los hilos del pie como los de la trama se menean entre sí, quedando por lo tanto el tejido más cerrado.

En este tratamiento de la tela no se pueden evitar cambios en sus dimensiones tanto a lo ancho como a lo largo, y así tenemos que al trabajar en una máquina de este tipo y cuando no se desenrolla totalmente la tela, se presenta un aumento en lo ancho hasta de 1 1/2%, sin perder nada a lo largo, en cambio si la tela se enrolla y desenrolla varias veces, y por consiguiente hay tensión para llevar a cabo la operación, se puede ganar hasta 2% en el largo, habiendo una merma en el ancho de 1% a 1 1/2%.

El efecto logrado en este tipo de máquinas se

basa en la fricción que se produce entre las distintas capas de tela, una vez que ha sido sometido el rollo a la presión; obteniéndose un brillo suave y fino.

El mangle es indispensable para el acabado de ciertas telas como: Ropa de mesa y cama; pero tiene la desventaja de que su rendimiento es bajo y de ahí que se buscara un sustituto, lo cual se logró en parte proveyendo a un tórculo con un dispositivo para "chasing".

#### 4).- EFEECTO " CHASING "

El dispositivo " chasing " permite el paso de varias capas encimadas del tejido; usándose velocidades de tela hasta de 60 metros por minuto, según sea la calidad de la mercancía.

Es importante el tener en cuenta que no todas las telas son aptas para este procedimiento, ya que algunos tejidos tienen una fuerte inclinación para formar pliegues, pudiendo evitarse eso en algunos casos dando a la tela un paso previo por un tórculo de tres rodillos. - Por otro lado como el tejido con una superficie muy lisa encoge fácilmente, el número de pasos es limitado siendo aquí decisiva la experiencia lograda en la práctica para resolverlo.

El rendimiento promedio de un mangle moderno es de 8000 m en 8 horas; ( variando con el largo y la duración de los pasos y la cantidad de mercancía enrollada). Para un tórculo chasing dicho rendimiento es de -- 15,000 m. en 8 horas, basándose en esta diferencia la ventaja del uno sobre el otro; pero el efecto obtenido en este último es una mera imitación del obtenido en un man-

gle, siendo la diferencia explicable ya que en el primero hay 200 capas encimadas y en el chasing solo 13.

Al igual que el caso anterior en este tipo de tórculos hay un deslizamiento entre los hilos de la trama y del pie y así se logra: El hilo redondo, el tejido -- mas cerrado y un brillo suave y fino. El número de rodillos en estas máquinas oscila entre 5 y 12 rodillos, dependiendo de ello el número de pasos de chasing y así tenemos que en un tórculo de 5 rodillos se pueden lograr 5 pasos, y en uno de 8 o más rodillos hasta 13 pasos de tela.

Como la tela pasa varias veces es inevitable una pérdida en el ancho hasta de 2% y la ganancia en la dirección del pie representa hasta un 4%. Las variaciones -- trabajando en un tórculo normal son las siguientes: Pérdida de ancho de .5 al 1% y ganancia a lo largo de 2 a 3%; -- teniendo en cualquier caso un papel muy importante el grado de humedad de la mercancía y así tenemos que la tela -- que sale de la rama y no está rociada, sino bien seca puede pasar por un tórculo, sin perder en el ancho, ni ganar en el largo .

#### C).- TÓRCULOS DE TROQUEL.

En estos tórculos se trata la tela en estado ligeramente húmedo según necesidad y sirven para troquelar un dibujo por medio de un rodillo de acero grabado.

Hay las siguientes clases:

##### a).- Tórculos para crepé:

Esta clase de máquinas constan de un cilindro de acero y otro de algodón o papel, siendo ambos huecos a fin de poder calentarse, siendo esto un caso único --

en su clase, ya que en todos los demás casos se calientan sólo los cilindros metálicos.

El dibujo está grabado sobre el rodillo de acero y se reproduce sobre el rodillo elástico. Siendo la relación de los diámetros de 1 a 2, estando entrelazados ambos por medio de un par de engranes.

b).- Tórculos para "liré":

Consiste en tres rodillos, el superior de acero con el dibujo grabado, un cilindro elástico de algodón que recibe un movimiento a lo largo del eje para evitar que el dibujo del rodillo de acero se troquee en él; y por último el rodillo inferior también de acero, cuyo objeto es alisar el rodillo de algodón.

El empleo de este tórculo es limitado, sobre todo en telas de algodón, teniendo su mayor aplicación para los tejidos de seda y acetato, ya que los efectos sobre estas mercancías resisten al lavado.

c).- Tórculos para imitar el brillo de la seda:

Tienen tres rodillos: el superior es una bobina que sirve para contrarrestar altas presiones; un rodillo de acero con achura-intermedia; y el rodillo inferior de papel, estando en bridas y para lograr mayor efecto con los ejes de los rodillos no paralelos.

El troquelado del achura del rodillo, da al algodón una apariencia de seda, y de ahí su nombre. Este tipo de tórculos se usan principalmente para el acabado de telas para forro, satines y damascos de algodón, hasta 40 por cm. y cambiándose también el ángulo de inclinación de la achura.

La velocidad de la tela en este tipo de máquina no es mayor de 15 m/min. para permitir que el achurado fino penetre en la mercancía. Este tipo de tórculos no trabaja en "rapport de crépé". Se puede añadir que las achuras no penetran en la superficie del rodillo inferior de pasta.

d).- Tórculos para "Moiré" :

Existen dos clases "El moiré" artificial -- que se produce en un tórculo de dos rodillos con presión -- hasta de 12 toneladas, en donde el rodillo superior es de acero grabado con un dibujo de moiré, el cual se troquela sobre la mercancía; y el inferior es de papel. Tiene la máquina una velocidad de 10 m/min.

Y el moiré legítimo que se logra en un tórculo de 4 rodillos, y en el que necesita una construcción especial en el tejido, de estrías. Pasando la tela entre el rodillo de acero y el de papel en guías encimadas, a altas temperaturas y altas presiones ( hasta de 50 toneladas).

Este tórculo tiene una bobina de contrapresión y un rodillo de acero que tiene por objeto calentar -- al de pasta. Tiene una velocidad de 3 m/min. y en general se dan dos pases a la tela para que ambas guías reciban -- aligamiento en su roca. Observaciones al punto 1 y 2:

Según del número, disposición, clase y diámetro de los rodillos tener las siguientes consideraciones:

El número de los rodillos y su colocación en la máquina depende del tejido que se desea torcular y es -- decisivo la experiencia de muchos años adquirida en la --

práctica.

Rodillos duros: Fundición dura, acero, bronce, fundición gris, y de acero cromado.

Rodillos elásticos: Papel, algodón en rama, algodón tejido y guta. Además del diámetro, los factores de los que depende son: ancho del tórculo; la presión empleada; y - respectivamente del acabado deseado.

Para lograr mejores efectos debe ser mayor el diámetro, siendo importante el que los rodillos de mayor diámetro sean los elásticos a fin de permitir el pulido, cuando sea preciso; y además así se evita la posibilidad de que se puedan torcer o flexionar durante el trabajo. Esto también se logra dándoles a los rodillos elásticos una ligera curvatura, es decir un mayor diámetro en el centro; quedando determinada esta curvatura -- por la presión a que se encuentra sometido, así como a su longitud y diámetro. Por último mencionaremos el hecho - de que nunca deben ponerse dos rodillos metálicos en contacto.

Observaciones al punto tres.

La presión se ejerce, desde abajo o desde arriba, ya sea por un sistema de palancas y contrapesos o bien por medio de un pistón accionado hidráulica o neumáticamente. Los primeros se construyen para dar una presión de hasta 30,000 Kg; mientras que los dos últimos se fabrican abarcando tres escalas que proporcionan -- 50,000 Kg. 80,000 Kg y por último 100,000 Kg de presión. También aquí es importante el ancho del tórculo y la clase de acabado por lograr.



De los sistemas citados el más adecuado y -  
conveniente para el teatado de tejidos de algodón, es el  
hidráulico, ya que mantiene la presión constante y nos ga-  
rantiza un resultado parejo; además de que al pasar las -  
costuras por el tórculo es más rápido quitar la presión -  
lo cual facilita su manejo.

Cuando se trata de mercancías procesadas a  
baja presión como el fioco y artículos de crepé, hay que  
aligerar el peso de los rodillos, y con este objeto los -  
dos cilindros elásticos del tórculo se alejan por medio  
de un pistón y una pequeña bomba especial, de tal manera  
que el rodillo superior hace contacto casi sin presión, y  
el tejido se tórcula muy ligerosente.

#### Observaciones al punto cuarto:

Para introducir la tela en el tórculo se de-  
ben usar velocidades de 8 a 10 m/min. a fin de evitar ac-  
cidentes. Por otro lado las velocidades de trabajo varían  
según el efecto que se desea lograr y el tipo de máquina  
y así: en los tórculos para acabar (B) no debe sobrepasar  
de 0 m/min. ya que a mayor velocidad no se daría tiempo  
a los rodillos bajo presión para que cerraran el tejido; -  
los de tres rodillos tienen una velocidad de 40 m/min. en  
el tórculo final se trabaja con 15 a 30 m/min. y por últi-  
mo los tórculos "chinta" se trabajan a una velocidad de  
20 m/min.

El movimiento del tórculo por medio de un -  
motor de velocidades variables es más recomendable que -  
uno de velocidad constante bastando cuatro grados (10x40)  
o una velocidad de introducción de 8 m/min. y una veloci-

dad de trabajo ajustable entre 15 a 60 m/min.

Observaciones al punto cinco.

La calefacción de los rodillos metálicos -- tiene dos objetos: transmisión de calor sobre los rodillos elásticos para que éstos se pulan, y que aumente el brillo de la mercancía; y también que el calor del rodillo metálico evapore el contenido de humedad de la mercancía evitándose que la humedad penetre en los revestimientos elásticos, lo que afectaría en forma poco favorable el efecto del acabado.

Las temperaturas que se usan son generalmente de 90 a 100° C; pero cada tiro de tórculo se trabaja a una temperatura que sea en su caso más conveniente. El tórculo *shell* se trabaja con 240 a 300° el de acabado tipo seda a unos 160° C y el tórculo "chinta" a 240° C; el de los tórculos de agua cuando mucho 60° C. y eso después de trabajar y solo con el objeto de secar los rodillos elásticos y conseguir que resista más el mono.

Las altas temperaturas no se logran por medio de calefacción de vapor, sino que hay que usar electricidad o gas. Los tórculos que trabajan con altas temperaturas tienen que estar muy bien lubricados con un aceite adecuadamente engrasado.

Observaciones al punto seis.

Este tiene relación con los puntos 1 y 2, -- ya que la calidad y clase de los rodillos depende del número y orden de los rodillos que constituyen la máquina -- y de la calidad de la mercancía.

Para los tórculos de agua se usan rodillos

...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la  
...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la

...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la  
...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la

...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la  
...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la

...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la  
...de las fibras de algodón y lana; pero en el momento de ser  
...y un momento de papel en que las necesidades de dis-  
...y finalmente de la de la

Observaciones al punto siete.

Fue resuelto parcialmente en el punto anterior,  
pero podemos añadir lo siguiente:

En la compra de un térculo hay que tener en

cuenta los tejidos que se quieren procesar, y de acuerdo con eso seleccionar la dureza del revestimiento de los rodillos, aquí también es un factor importante la cooperación del fabricante del tórculo, ya que un rodillo no adecuadamente compatible al fabricarlo puede cambiar completamente el aspecto de la tela acabada.

La fabricación de los rodillos es un ramo especializado y requiere una amplia experiencia por parte del fabricante. Por otro lado hay que prestar gran -- cuidado a dichos rodillos en la fábrica, ya que la superficie debe estar perfectamente lisa y no tener abolladuras; pues éstas le dan a la mercancía muy mal aspecto. -- Es necesario evitar también los residuos de los ajustes usados con anterioridad, y para lograrlo se deben lavar los rodillos cuando menos una vez a la semana por medio de esponjas naturales.

Para terminar mencionaremos que es conveniente al parar un tórculo, aislar los rodillos aléctricos, para evitar que queden expuestos a la radiación de la temperatura.

#### Observaciones al punto ocho.

La tensión de la mercancía durante el proceso se efectúa por medio de un tensor giratorio que generalmente consiste de tres tubos pulidos y de un freno que regula el desenrollado del tejido.

La tensión si bien facilita el aplastamiento del tejido, es causa de que haya una reducción en el ancho del tejido y un aumento en su largo. Por otro lado falta de tensión en la tela puede por el contrario causar

unos dobladillos, que en la práctica reciben el nombre de *mondeduras*.

Observaciones al punto nueve.

Cuanto más rodillos tenga un tórculo más amplio será su uso, lo que aumenta la variedad de los acabados logrados con él.

Los mejores efectos al trabajar con un tórculo extraplanado se logran después de 3 o 4 cambios de tela sobre los rodillos, con los consiguientes pasos en la máquina. Mientras que en los rodillos comun y corrientes generalmente basta un solo paso.

Conclusiones: El objeto y la razón de lo expuesto es presentar un cuadro general sobre los tórculos, sin entrar en mayores detalles.

Bastará una mirada para darse cuenta, de la variedad de este importante e indispensable máquina de acuchados; lo cual coloca al técnico continuamente frente a problemas nuevos.

CAPITULO # 5

C O S T O S

A continuación haremos un estudio comparativo - de los costos, de los procesos de acabado que consideramos de más interés práctico en nuestro medio.

ACABADO NORMAL.

Productos químicos.

Para nuestro cálculo tomaremos como base una te- la acabada en 80 cm de ancho, y con un peso de 83 gramos por metro lineal.

Fórmula empleada:

		Precio Kg.	Precio Total
Almidón de Tapioca	15 Kg	\$ 2.35	\$35.25
Sulfoleína	6 Kg	4.00	24.00
Glucosa	1 Kg	1.75	1.75
Agua	<u>178.Kg</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
	200 Kg		\$61.00

Con los 200 Kg preparados, se prestan 2,300 m. de tela, y por lo tanto el precio por metro lineal es de:

$$\frac{\$ 61.00}{2,300 \text{ m}} = \$ 0.0265 \text{ por metro lineal}$$

Equipo utilizado: ( Ver esquema correspondiente al acabado -- normal ).

La tela es impregnada en un " foulard ", se- cada en una rama de pinzas y finalmente torculada.

Consumo de vapor:

Para conocer la cantidad de vapor que vamos a -- consumir, necesitaremos calcular la cantidad de agua que se va a evaporar, y para ello partimos de los siguientes datos:

Peso de la tela por metro lineal - 83 g.

Efecto evaporativo del foulard - 70%

Velocidad de la rama - 50 n/min.

De donde:

$$0.083 \frac{\text{Kg. tela}}{\text{m. lineal}} \times 0.7 \frac{\text{Kg. agua}}{1 \text{ Kg. tela}} \times 50 \frac{\text{m}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} = 174.3 \frac{\text{Kg. agua}}{\text{hora}}$$

Y por último tenemos que en este tipo de máquinas se necesitan 1.5 Kg. de vapor por 1 Kg. de agua evaporada.

Por lo tanto vamos a necesitar:

$$174.3 \frac{\text{Kg. de agua}}{\text{hora}} \times 1.5 \frac{\text{Kg. de vapor}}{1 \text{ Kg. de agua}} = 261.45 \text{ Kg. de vapor por hora.}$$

Costo de 1 Kg. de vapor:

Producción de vapor por jornada de 8 horas - - - 25,600 Kg.

Consumo de petróleo en ese mismo tiempo - - - - 2.896 l.

Precio por litro del petróleo crudo - - - - - \$ 0.175

Por lo tanto:

$$2.896 \text{ l.} \times 0.275 = \$ 506.80$$

Sueldo del fogonero por día \$ 28.78

$$( 506.80 + 28.78 ) \div 25,600 = \$ 0.0209/\text{Kg de vapor.}$$

Y de ahí:

$$261.45 \text{ Kg. de vapor} \times 0.0209 = \$ 5.229$$

Para relacionarlo a 1 m lineal:

$$\frac{5.229}{2.300 \text{ m}} = \$ 0.00227 \text{ por metro lineal}$$

Consumo de energía eléctrica.

En el foulard:

1 Motor de 1.2 H.P y consume 9 KWH

En la rama:

1 Motor de 10 H.P. que consume 7.5 KWH

4 Motores para los ventiladores de 13.4 H.P. c/u con un consumo por motor de 10 KWH.

1 Motor en el enrollador de 2.1 H.P. con un consumo de 1.6 KWH.

En el tórrulo:

1 motor de 10 H.P. que consume 2.4 KWH.

Consumo total en K.W.H.

$$9 \times 2.5 = 22.5 \text{ K.W.H.} + 1.6 \times 2.4 = 65.5 \text{ K.W.H.}$$

Costo del consumo total por hora.

$$65.5 \times 0.234 = \$ 15,257.$$

Por metro lineal:

$$\frac{15,257}{2,300 \text{ m}} = \$ 0.00837 \text{ por metro lineal.}$$

Mano de obra:

Arrestador - - - - - \$ 26.82 / 8 horas

Encargado Rama - - - - - 23.65

Ayudante Rama - - - - - 25.61

Encargado Tórrulo - - - - - 26.82

Ayudante Tórrulo - - - - - 23.41

Total de los pagos/8 horas \$ 131.31

Producción en 8 horas: 2.300 m/h. x 8 horas = 18,400 mt.

Por metro lineal:

$$\frac{131.31}{18,400 \text{ m}} = \$ 0.00713 \text{ por metro lineal.}$$

RESUMEN TOTAL POR METRO LINEAL:

Productos químicos - - - - - \$ 0.02650

Carbón - - - - - 0.00227

energía eléctrica - - - - - 0.00837

Mano de obra . . . . - - - - - 0.00713

\$ 0.04427

ADICIONAL: MATERIAL DE SACOS/TAJEROS.

Productos químicos.

En este caso, tenemos una tela de 1 metro de ancho, con un peso de 150 g. por metro lineal.

Alrededor de 1000 m.



		Precio	P. total.
Fleramine h-109 (Resina)	12 Kg.	12.00	\$ 144.00
Catalizador (7% sobre el peso de la resina)	0.850 Kg.	4.90	4.16
Agua	87,150 Kg.	-	-
	<u>100.00 Kg.</u>		<u>148,16</u>

Con los 100 Kg. preparados se pesan 1.850 m y por lo tanto el precio por metro lineal es de:

$$\frac{148,16}{1,850 \text{ m.}} = \$ 0.080 \text{ por metro cuadrado}$$

Equipo utilizado: (Ver esquema correspondiente al acabado de control de encordamiento).

En este caso, la tela es impregnada en el "foulard" secada, polimerizada, neutralizada y lavada, y por último, vuelta a secar.

Consumo de vapor:

Procediendo igual que en el caso anterior tenemos que:

nos que:

- Peso de la tela por metro lineal = 160 g
- Efecto de exprimido del foulard = 65 %
- Velocidad de la secadora = 40 m/hora

De donde:

$$0.160 \frac{\text{Kg}}{\text{m.}} \cdot 0.65 = 40 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 60 \frac{\text{min.}}{\text{hora}} = 249.60 \frac{\text{Kg. de agua}}{\text{hora}}$$

Para saber los kilogramos de vapor consumidos, multiplicamos igual que en el caso anterior por 1.5.

$$249.60 \cdot 1.5 = 374.40 \text{ Kg. de vapor por hora.}$$

$$\text{Costo de un Kg. de vapor} = \$ 0.02092.$$

Por lo tanto:

$$374.40 \cdot 0.02092 = \$ 7.83$$

Y para relacionarlo a 1 metro lineal:

$$\frac{7.83}{1,850 \text{ m.}} = \$ 0.00423 \text{ por metro lineal.}$$

Como hay dos operaciones de secado en el proceso, para obtener el costo total, por consumo de vapor va a ser necesario multiplicarlo por 2.

Y nos queda finalmente:

$$0.00423 \times 2 = \$ 0.00846 \text{ por metro lineal.}$$

Consumo de energía eléctrica:

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica en K.W.H., del foulard, y de la rama secadora nos sirven los datos del caso anterior, y sólo nos falta considerar el consumo en K.W.H. de la polimerizadora. En esta máquina la calefacción se efectúa por medio de resistencias eléctricas, y el consumo de energía es de 40 K.W.H. (Dato obtenido de la práctica).

El consumo total será por lo tanto el siguiente:

En el foulard.-	9.0 K.W.H.
En la polimerizadora	40.0 K.W.H.
En la rama.- (Aquí se tomará doble)	$2(7.5+40+1.6) = 98.2 \text{ K.W.H.}$
Consumo total	147.2 K.W.H.

Costo de 1 K.W.H. = \$ 0.294

Costo total por consumo de energía eléctrica por hora

$$\$ 147.2 \times \$ 0.294 = \$ 43.276.$$

Por metro lineal:

$$\frac{\$ 43.28}{1.800 \text{ m}} = \$ 0.023 \text{ por metro lineal.}$$

Mano de obra:

Calculado sobre el salario de 8 horas.

Operador	\$ 26.82
Energado Rama-1 (2 veces) $28.65 \times 2$	= 57.30
Ayudante Rama (2 veces) $25.61 \times 2$	= 51.22
Energado Polimerizadora	28.65

Encargado Lavadora	\$ 26.82
Ayudante lavadora	23.41
	<hr/>
	\$239.83

Total de salarios en 8 horas = \$ 239.83

Producción en metros en 8 horas = 1.850 x 8 horas = 14,800 m.

Por metro lineal:

$$\frac{239.83}{14,800 \text{ m.}} = \$ 0.0162 \text{ por metro lineal.}$$

COSTO TOTAL POR METRO LINEAL.

Productos químicos	\$ 0.08000
Vapor	\$ 0.00846
Energía eléctrica	\$ 0.02300
Mano de obra	\$ 0.01620
	<hr/>
	\$ 0.12766

Cabe señalar que la fórmula, aquí empleada, siendo empleada - al doble de concentración, nos serviría para obtener un acabado inarrugable, y dado que el resto de la manipulación es el mismo, tenemos que el costo por metro lineal para este tipo de acabado sería:

Productos químicos	\$ 0.16000
Vapor	\$ 0.00846
Energía eléctrica	\$ 0.02300
Mano de obra	\$ 0.01620
	<hr/>
	\$ 0.20766

Con lo anterior, esperamos haber dado una idea sobre las diferencias en costos en algunos de los tipos de - acabados que hemos venido tratando, y para terminar comentaremos que aunque estos resultan considerables comparándolas con el acabado usual que hemos llamado normal, esto queda -- compensado, con la demanda cada vez en aumento por parte del

consumidor de artículos así tratados.

Para terminar queremos señalar, que la razón -- por la cual en este estudio económico no se tomaron en cuenta, los gastos fijos, fué el que dichos gastos están repartidos en todas las operaciones a que es sometida la tela antes de ser acabada, tales como desengomado, mercerizado, blanqueado, teñido, estampado, etc. y no consideramos necesario el relacionarlos a esta operación en particular, ya que en la práctica se hace refiriéndolo al total de operaciones.

## CAPITULO # 6

### CONCLUSIONES

Por todo lo anteriormente visto se puede deducir la importancia tan grande que tiene para un Ingeniero, el conocimiento, planeación, selección de equipo, y control de las diversas operaciones que constituyen el tratamiento de algodon.

De un modo adecuado dependerá el que una tela tiene los requisitos para los cuales va a ser destinada, así como también, el que tenga una presentación más agradable, tanto para la vista como para el tacto.

Toda día y ante la competencia que ofrecen las fibras artificiales y las fibras sintéticas, es más grande la exigencia del público consumidor, en cuanto a las características que debe tener una tela de algodón.

Es por esta razón que las grandes fábricas de maquinaria, trabajan incansablemente para la obtención de mejores equipos, a fin de conseguir una mayor eficiencia en la manufactura y producción de las telas, un ahorro de mano de obra y de energía.

De igual modo que los planes de producción que elabora el ingeniero textil, para obtener telas de algodón, también debe tener en cuenta el conocimiento de los métodos de obtención de los productos químicos y el tener presente los costos que ocasiona el transporte y los gastos de energía en las operaciones de fabricación.

Por lo tanto, el ingeniero textil, debe tener presente, por lo que se refiere a los gastos de energía, las investigaciones que se están haciendo en el mundo para obtener telas de algodón, y el tener presente el costo de producción de las telas de algodón, y el tener presente el costo de transporte y el costo de energía en las operaciones de fabricación.

cuencia).

Y en lo tocante a los productos señalaremos, - los trabajos que tienen por objeto obtener telas tratadas -- químicamente a fin de que sean repelentes a la mugre, anti-- estéticas, etc.

Ya para terminar, señalaremos nuestra convic-- ción, de que la evolución e importancia de esta rama de la - industria textil, abre un campo muy interesante, para técni-- cos especializados ( Ingenieros químicos, químicos industria-- les, etc.); en la que es una de las industrias más importan-- tes en nuestro país.

CAPITULO # 7

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

Selby Samuel  
Handbook of Chemistry and Physics  
Thirty-Eighth Edition

Marks Stephen  
Fairchild's Dictionary of Textiles  
Fairchild Publication, Inc.  
New York  
1959

Technical Manual and Year Book  
of the American Association of Textile  
Chemists and Colorists  
Volume XXXII  
Homes Publishing Co. Inc.  
New York  
1956

Garner Walter  
Textile Laboratory Manual  
Chemical Publishing Co. Inc.  
New York  
1951

Riquelme S. Manuel  
Aprestos y Acabados  
2a. Edición  
Manuel Marfn, Editor  
Barcelona.

Stinnerman and Lavine  
Conversion Factors and Tables  
Industrial Research Service  
New Hampshire  
1944

Faires M. Virgil  
Applied Thermodynamics  
The Macmillan Company  
New York  
1947

Walker W. William  
Principles of Chemical Engineering  
Third Edition  
McGraw Hill Book Company Inc.  
New York - London - 1951