

70  
22

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**



**FACULTAD DE QUIMICA**

**ESTUDIO DE LOS RETARDANTES DE  
FUEGO EN ARTICULOS TEXTILES**

**TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A I  
JOSE ANTONIO MONTOYA HERNANDEZ**

**FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

## INDICE

	Página
1.- INTRODUCCION	
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Las fibras textiles naturales	4
1.3.- Cuadro histórico del algodón	6
1.4.- Características y propiedades del algodón	7
1.5.- Usos del algodón	10
1.6.- Fibras químicas sintéticas	10
1.7.- Fibra de poliéster	12
1.8.- Propiedades y características del poliéster	15
1.9.- Desventajas de las fibras sintéticas	20
2.- PROCESO DE COMBUSTION	
2.1.- La combustión	22
2.2.- Proceso de la combustión	22
2.3.- Combustión de la celulosa	23
2.4.- Descomposición química por calor	23
2.5.- Tejidos no inflamables	25
3.- LOS ACABADOS IGNIFUGOS	
3.1.- Mecanismos de retardación del fuego	27
3.2.- Modificaciones químicas en tejidos	29
3.3.- Apresto incombustible para tejido	29

	Página
<b>4.- ANALISIS TECNICO DE MERCADO</b>	
4.1.- Descripción de los retardantes de flama de importancia comercial	34
4.1.1.- Retardantes de flama no durables o renovables	34
4.1.2.- Retardantes de flama durables	35
4.2.- Retardantes de estado sólido	35
4.3.- Retardantes de flama de fase vapor halogenado	38
4.4.- Desventajas de los compuestos retardantes de flama	41
<b>5.- EQUIPO DE APLICACION DEL ACABADO IGNIFUGO EN ARTICULOS TEXTILES</b>	
5.1.- Descripción del equipo de aplicación de acabado ignifugo	44
5.2.- Equipo de secado y termopolimerizado a base de calor	48
5.3.- Cámaras de secado para artículos confeccionados	50
<b>6.- PRUEBAS Y ESPECIFICACIONES DE ININFLAMABILIDAD EN LOS ARTICULOS TEXTILES</b>	
6.1.- Pruebas de ininflamabilidad	52
6.2.- Géneros textiles que se consideran seguros	54
6.3.- Productos textiles a los que se les deberá aplicar acabado retardante de flama	55

	Página
6.4.- Durabilidad del tratamiento en los artículos textiles	57
7.- CONCLUSIONES	58
8.- BIBLIOGRAFIA	60

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. ANTECEDENTES

Las fibras textiles se han usado desde hace mucho tiempo en la elaboración del vestido, siendo al igual que la alimentación y la habitación una necesidad fundamental del ser humano utilizando materiales textiles vegetales obtenidos a partir de fibras celulósicas naturales, tales como el algodón, lino, cáñamo, yute y otras más de usos menores, siendo el de mayor uso el algodón, que actualmente compite con fibras químicas.

Las fibras químicas sintéticas tienen su inicio por el año de 1913, cuando Frits Klatte requirió la patente para fabricar con cloruro de polivinilo. Esta petición provocó un desarrollo en el campo de la investigación y la economía textil. Las fibras químicas poseen ciertas propiedades ventajosas, de las que carecen las naturales; pero no hay duda de que eran y siguen siendo inferiores a las fibras naturales en algunos aspectos.

Hoy en día, se está utilizando en la industria textil una combinación de fibras naturales y químicas que revolucionó totalmente el desarrollo del vestido, mejorando con esto sus propiedades físicas ( tacto, mejor absorción, resistencia en el tejido y al arrugado ).

Las fibras textiles tanto químicas como naturales son de necesidad primordial para el ser humano, sin embargo, así como ofrecen ventajas, también presentan desventajas, siendo una de ellas su rápida combustión ocasionando un alto grado de riesgo si se trae puesta la prenda de vestir, esto puede suce

der en el hogar o trabajo provocando un accidente grave a la persona.

Las estadísticas revelan que los incendios son la tercera causa de muerte accidental, después de los accidentes automovilísticos y caídas, dejando graves secuelas físicas y síquicas de aquellos que sobreviven a estas desgracias.

En la mayoría de los incendios los materiales que primero se incendian son los artículos textiles como son acolchados, alfombras, encortinados, etc.

Tratando este grave problema, esta tesis tiene como objetivo citar los diferentes retardantes de flama en fibras textiles con que actualmente se cuenta, con el fin de prevenir -- accidentes por efecto del fuego, en personas que están expuestas o en posible peligro de él, en industrias, laboratorios y en hogares, dándoles un acabado resistente al fuego a la prenda de vestir de uso común en los lugares mencionados.

El acabado es un término colectivo para todos los trabajos mecánicos y químicos que confieren a los productos textiles no tratados ( hilos y tejidos ) las propiedades deseadas e - retirar de ellos las propiedades no deseadas, en este caso - se estudia el acabado de la prenda de vestir, para darle un tratamiento que retarde la combustión, ya que se ha encontra



do que el incendio del vestido, es la causa de un 30% de los heridos y de las fatalidades en pérdidas humanas.

Un caso descrito por el servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, ejemplifica el problema del peligro de la ropa que se incendia.

Una niña de 2 años de edad trataba de alcanzar su pájaro -- mascota, que se encontraba en lo alto del refrigerador, la niña usó una puerta abierta de la estufa de gas, para subirse y alcanzar su mascota; al hacerlo, se cree que la niña pegó en la perilla del quemador de la estufa. La flama del quemador incendió su bata acolchada de algodón ocasionando que más de medio cuerpecito se quemara.

Su madre se encontraba fuera en esos momentos, se culpó a sí del accidente y desarrolló una situación de nerviosismo -- emocional.

El problema es muy serio, dado que un número estimado de -- personas se queman cada año en accidentes en los cuales su rp pa arde, todavía no existen estadísticas mundiales del número de víctimas del fuego, sin embargo, si uno considera el hecho que los Estados Unidos constituye el 5% de la población universal, una simple extrapolación indicaría que en una escala mundial habrá un número de 120,000 personas muertas y 625 -- mil seriamente quemadas.

## 1.2. LAS FIBRAS TEXTILES NATURALES

Dentro de las propiedades de las fibras textiles naturales se estudiarán las del algodón, ya que es bastante usual la ropa de esta fibra en áreas de trabajo y hogares.

La planta del algodón pertenece a la familia de las malváceas y alcanza alturas de un metro, con hojas amplias, flores grandes y solitarias, de color blanco o amarillentas. El fruto es una cápsula ovoide que se abre en 4 a 5 cavidades que llegan a contener hasta 20 semillas recubiertas de una borra blanca de largas fibras.

El algodón después de su recolección, es secado al sol. A continuación se ponen entre unas rejillas contra las que se frota unos cilindros con abundantes púas que giran rápidamente; de este modo el algodón se engancha a las púas y se separan de la semilla. Mas adelante, las semillas se utilizan para extraer aceite y como alimento para el ganado y el algodón se empaca en pacas fuertemente comprimidas y sujetas con flejes de acero.

En la fábrica, la preparación del algodón comprende diversas fases: limpiado, operación que se realiza con una maquina llamada diablo y tiene por objeto dejar el algodón completamente blanco ; cardado de las fibras de modo que queden paralelas - unas a otras; el estirado, formación de mechas adecuadas para el posterior hilado y tejido.

### 1.3. CUADRO HISTORICO DEL ALGODON

Los restos mas antiguos de tejido de algodón, de algodón asiático, se encontraron en la India. Les asignaron la fecha del año 3000 a. de C., más tarde, los árabes llevaron el algodón a Europa. El algodón americano tuvo su origen en México y en el Perú. Se debe aceptar como algo cierto el hecho de que el algodón se cultivaba en América desde antes de Cristo, por lo menos en América Central. Colón encontró plantaciones importantes. Parece ser que la cultura del algodón comenzo en Norteamérica a comienzos del siglo XVII. La revolución Industrial favoreció el procesamiento del algodón mediante el invento de máquinas textiles mecánicas, que extendieron la industrialización de esta fibra a todo el mundo.

Mientras que en aquella época el algodón superaba a todas las materias primas que competían con él, tales como el lino y la lana, hoy en día se enfrenta a la tremenda competencia de las fibras químicas.

La cultura del algodón atravesó por grandes transformaciones en lo que se refiere a los tipos y los procedimientos de cultivo, actualmente en las grandes plantaciones que existen en todo el mundo ya no usan la mano humana para su recolección sino que se emplean en gran escala máquinas para la siembra y recolección de algodón,

#### 1.4. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL ALGODÓN

Se consideran algunas características principales del algodón, debido a que este material está presente en prendas de vestir en composiciones que van de un 100%, a otras proporciones combinado con otras fibras textiles.

Longitud de la fibra.- En general, va de 1/2 a 19/16 de pulgada ( 13 a 40 mm aprox. )

Superficie de la fibra.- En forma de cinta, como un tubo achatado, con torsiones irregulares en S que dan a la fibra buena capacidad de hilado.

Color.- En general, se conoce desde el blanco hasta el pardo.

Tipos de algodón.- Se conocen tres tipos diferentes del algodón.

Tipo norteamericano -----blanco a pardusco

Tipo de la India -----Blanco cenizo a

Blanco amarillento

Tipo de Egipto -----Amarillo a pardo

Finura de la fibra.- Difiere según el origen y el tipo.

Brillo y aspecto.- La mayoría de los tipos de algodón son mates solo el algodón egipcio tiene un leve brillo sedoso.

Pureza.-Cualquier algodón contiene impurezas causadas por partículas de la planta. El algodón recolectado a ma no es más puro que el cosechado a máquina.

Conservación del color.- Al teñir el algodón es satisfactoria.

**Textura.-** Es suave y cálida.

**Pruebas de combustión.-** En la combustión se presenta con llama amarillenta rápida. El humo tiene un típico olor picante, sus residuos son cenizas pegadas, con frecuencia se menciona que el algodón produce olor a papel quemado.

**Composición.-** La sustancia fundamental de la fibra, es la celulosa formada por carbono, hidrógeno y oxígeno. La membrana externa, la cutícula, consiste en un tipo de celulosa; es una especie de corteza de tenacidad especial.

El algodón de Estados Unidos presenta la siguiente composición 91.0 % de celulosa, 8.0% de agua, 0.52 % de proteína, 0.35 % de grasa y ceras 0.17% de cenizas, en algunos algodones, la parte de celulosa puede ser solo el 84.0%. Cuando mayor sea este porcentaje, tanto mayor será el valor de pureza de la fibra.

**Densidad.-** De 1.5 a 1.55 g/cm<sup>3</sup>

**Higroscopicidad.-** La fibra absorbe de 8.0 a 8.5% de humedad del aire cuando el clima es normal, 32% cuando la humedad relativa es del 100% .

**Capacidad de blanqueo y teñido.**- El algodón y sus productos se pueden blanquear en el momento en que se desee. El tinte se puede aplicar con la máxima garantía. No es conveniente teñir las fibras, porque el algodón crudo contiene muchas impurezas.

**Lavabilidad y resistencia a la cocción.**- Los productos de algodón son muy resistentes al lavado. Como las fibras son sensibles a los álcalis, resisten el lavado fuerte y se pueden frotar sin que se presenten problemas.

**Comportamiento térmico.**- El calor continuo a 120 °C, amarilla la fibra, el calor continuo a 150 °C la descompone o degrada.

**Temperatura para el planchado .-** De 175 a 200 °C a condición de que se humedezca ligeramente el tejido.

**Plasticidad .-** Suficiente.

**Comportamiento con ácidos y lejías ( sosa caústica ) .-** Los ácidos débiles casi no atacan a la fibra, mientras que los ácidos fuertes la destruyen. Las lejías no tienen acción destructiva y se pueden utilizar en el proceso de acabado ( mercerizado ).

### 1.5. USOS DEL ALGODON

Principalmente en la producción de tejidos lavables, tales como las telas en general y mallas para ropa interna y externa, también para ropa de cama y de mesa, toallas para secarse las manos y secar vasos etc, paños de limpieza, liensos, tejidos decorativos, tejidos pesados, tales como velas de barcos, toldos de automóviles, correas de accionamiento, bandas transportadoras y cintas para máquinas de escribir. Como se ve, el algodón es un producto muy usado en la industria textil, en la elaboración de artículos que están en contacto con el hombre en su vida diaria.

### 1.6. FIBRAS QUIMICAS SINTETICAS

La producción de estos materiales textiles, obviamente no dependen de la oscilación de las recolecciones de ninguna cosecha. El volumen de la producción puede ser aumentado a voluntad y el precio de los artículos textiles mantenido a un nivel adecuado. Muchas fibras químicas tienen propiedades de uso que en determinados campos las hacen superiores a las fibras naturales, por ejemplo, la alta resistencia a la rotura, el reducido poder de absorción de humedad y la estabilidad dimensional durante el tratamiento con humedad (durante el lavado). Suelen fácilmente la suciedad durante el lavado, se puede tratar con facilidad, tiene una elevada solidez ante la luz y resisten a los insectos nocivos, así como también a la acción del moho y de las bacterias de putrefacción.

En lo que se refiere al título, el brillo y muchas propiedades las fibras químicas se pueden moldear para satisfacer la exigencias de uso.

Las fibras químicas pueden tener desventajas en relación con las naturales, todo depende del uso a que se les destine.

Por ejemplo, las fibras sintéticas tienen un poder reducido de absorción de agua. Esa es la razón por lo que no sirven para la fabricación de ropa interior.

La mezcla de fibras, por ejemplo el poliéster con el algodón, compensa las ventajas y las desventajas de los tipos individuales de fibras.

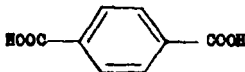
Las fibras químicas se clasifican según la materia prima de que se fabrican. Se dividen en fibras celulósicas ( de materia prima natural, como por ejemplo, de celulosa de madera ) y fibras sintéticas ( de materias primas de origen químico, por ejemplo, los hidrocarburos ).



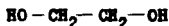
## 1.7. FIBRA DE POLIÉSTER

Las materias primas para la producción de fibras de poliéster son principalmente, el ácido tereftálico y el etilenglicol.

ácido tereftálico



etilenglicol



La combinación de un ácido con un alcohol, por ejemplo, glicol recibe el nombre de éster. La producción del polímero comienza con la policondensación, cuando se calienta hasta 90°C en una atmósfera de nitrógeno puro. Un catalizador, por ejemplo, ácido clorhídrico, acelera el proceso de esterificación.

El producto obtenido se calienta durante media hora a una temperatura de 280°C, durante este proceso se forma el polímero. La policondensación de poli-etilen-glicol-tereftalato, que se obtiene en esta forma, es una masa dura y blanca.

La transformación de los filamentos en hilos se efectúa según el método utilizado en la fusión, de modo continuo o discontinuo.

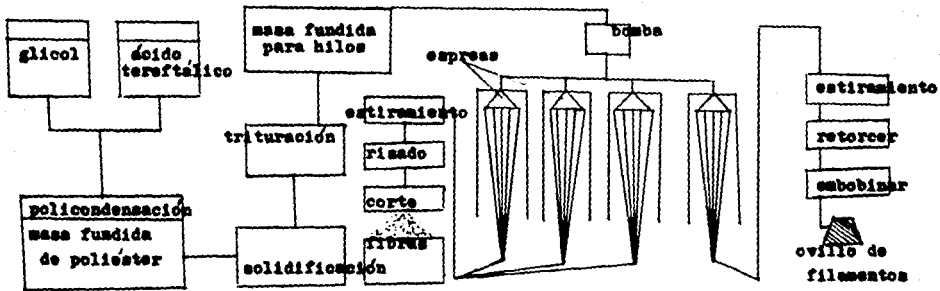
En el proceso continuo la masa fundida se transforma en hilos después de la policondensación.

En el proceso discontinuo el policondensado se enfría y se almacena en forma de bandas o bloques, donde se reduce a pedacitos y se vuelven a fundir en la parrilla de fusión, para someterlos al procesamiento siguiente.

En los dos procesos se debe evitar la desintegración térmica. Las bombas hacen llegar la masa fundida hasta el hilado, oprimiendo la masa para hacerla salir por los orificios de las espreas. Dentro del canal, los chorros se solidifican a la salida mediante enfriamiento. Los filamentos son retirados a una velocidad de 900 a 1200 m/min. y reciben un tratamiento previo, antes de ser embobinados.

El estiramiento de los filamentos se efectúa generalmente a una temperatura aproximada de 90°C. Esto aumenta la consistencia y disminuye la elongación de ruptura y la tendencia al encogimiento.

# Producción de Fibras de Poliéster



### 1.8. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL POLIÉSTER

La fibra de poliéster es la fibra química que actualmente tiene más uso en la industria del vestido, en comparación con las demás fibras, como son el rayón, nylon, etc.

La fibra del poliéster posee alta elasticidad y elasticidad de forma, es termoplástica, resistente a la ruptura y al desgaste, su solidez en estado húmedo, es igual a su solidez en estado seco y presenta una alta resistencia a la influencia de la luz y condiciones climatológicas, así como también a los insectos nocivos y a la formación de moho.

Propiedades y características.

Densidad.- Es de 1.22 a 1.38 g/cm<sup>3</sup>

Higroscopicidad.- De 0.3 a 0.4% de tolerancia de humedad.

Tendido.- Se puede teñir con colorantes dispersos, en una tina al naftol y con desarrollo, después del tratamiento con agentes de hinchamiento o bajo presión a temperaturas hasta de 120°C.

La dificultad de teñido aumenta con el grado de estiramiento.

Lavabilidad y solidez a la cocción.- Lavabilidad óptima, resistencia a la cocción. Durante el lavado, las temperaturas no deben sobrepasar los 60°C puesto que el movimiento del mismo puede causar compactación.

**Comportamiento ante el calor.**- Buena consistencia ante el calor seco a  $150^{\circ}\text{C}$  , sensibles al calor húmedo, consistencia térmica momentánea hasta  $200^{\circ}\text{C}$  , ablandamiento de  $230$  a  $249^{\circ}\text{C}$  y desintegración a partir de los  $300^{\circ}\text{C}$ . La acción prolongada del vapor es perjudicial para el poliéster.

**Prueba de combustión.**- Bajo la acción de una llama, estas fibras se vuelven parduscas y se derriban con -- tendencias a gotear y producen mucho hollín. Después de retirar la llama, dejan de arder, dejando un residuo en forma de perla dura y color grisáceo.

**Comportamiento ante ácidos.**- Son sólidas frente a ácidos minerales. Los ácidos en ebullición provocan la desintegración.

**Comportamiento ante lejías.**- Resistente a las lejías de baño. Las lejías irás concentradas y las lejías muy calientes y diluídas, las atacan. El amoníaco resulta nocivo a la temperatura ambiente. Las sólidas ante las condiciones atmosféricas son óptimas.

**Usos.**- Los filamentos tienen una gran aplicación en tejidos - para ropa de mujer, gabarinas, tejidos con - pliegues permanentes, corbatas, ropa en general mantos, cortinas y artículos de mallas y puntos



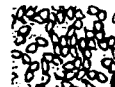





de todos los tipos. Para usos industriales se producen filtros para aire caliente, prensas para engomar, tejidos adicionales, ropa de tinorería, cintos, bandas, mangueras contra incendios, cables y redes.

Las fibras para hilados se mezclan puras o con otras fibras para elaborar tejidos de ropa masculina o femenina, ropa deportiva y artículos de mallas y puntos.

Existen otras fibras químicas de importancia en la industria textil, como el acetato, acrílico, naylon, rayón, etc., de estas fibras solo se darán algunas de sus propiedades en el siguiente cuadro.

NOMBRES COMERCIALES	LANA	ALGODON	VISCOSA	ACETATO	POLIESTER	NYLON	NYLON 6 Y 66	ACRILICAS
PROBETA DE COMBUSTION	Se queman sin arde, olor a papeles quemados, cenizas negras y carbonasas.	Arden sin apagar, olor a papel quemado, poca ceniza blanca	Como las fibras vegetales	Funde y arde, olor a acetico residual; bolas negras y duras	Arden poco, con olor aromatico dando bola dura, dura que supe la filana	Funden, dando bolas blancas y duras; la redonda y dura como residuo	Funde, dando bolas blancas, y luego resinas duras como residuo	Se queman lentamente dando bola dura
BOSA CAMERICA 3% HIRVIENDO 10 MIN.	+	-	-	saponifica	-	-	-	-
ACIDO SULFURICO CONC. EN FRIO		+		+		+	+	+
ACIDO NITRICO CONC. EN FRIO				+	solo a ebullicion	+	+	+
ACIDO ACETICO CONC. EN FRIO	-	-	-	+	-	-	-	-
HIRVIENDO	-	-	-	+	-	+	+	+
ACIDO FORMICO CONC. EN FRIO	-	-	-	+	-	+	+	-
HIRVIENDO	-	-	-	+	-	+	+	-
ACETONA A EBULLICION	-	-	-	+	-	-	-	-
NITROGENIO A EBULLICION	-	-	-	+	+	se altera	se altera	+
CLORURO DE METILO	-	-	-	+	-	-	-	-
REACTIVO DE BILLO	no se							
PLUMBICO BODICO	no se							
INDICO	-	-	-	-	-	-	-	-
DINETIL PIRANIDA HIRVIENDO	-	-	-	+	+	-	+	+
TETRACLORURO DE CARBONO	-	-	-	-	-	-	-	-
CLOROFORMO	-	-	-	-	-	-	-	-
BROMOCLOROFORMO	-	-	-	se hincha	-	-	-	-
SULFURO DE CARBONO	-	-	-	-	-	-	-	-
ACETONA SULFURO DE CARBONO 50/50	-	-	-	+	-	-	-	-
ACIDO SULFURICO 50.58 T.M.P. 30°C 20 MINUTOS	-	-	+	-	-	-	-	-

# PRINCIPALES FIBRAS TEXTILES

NATURALES			QUIMICAS				
VEGETAL	ANIMAL		ARTIFICIALES		SINTETICAS		
<b>ALGODON</b>	<b>LANA</b>	<b>SEDA</b>	<b>ACETATO</b>	<b>RAYON</b>	<b>ACRILICO</b>	<b>NYLON</b>	<b>POLIESTE</b>
CELULOSA	QUEBRANTA	FIBRINA	ACETATO DE CELULOSA	CELULOSA REGENERADA	ACRILONITRIL	CAPROLACTAMA	EILENOLICO Y ACIDO TER
0.50	13-17	11.00	6.50	14.00	1.50	4.50	0.40
1.54	1.32	1.34	1.32	1.46 - 1.54	1.17 - 1.18	1.14	1.36
3-4	3-4	2-3	2-3	3	6	6-5	5
SE RAPIDAMENTE COLOR A PAPEL BLANCO, DEJANDO SEJAS DE FIBRA AZUL ORO.	ARDE CON COLOR A PLUMA QUEBRADA DEJANDO RESIDUO QUEBRADO EN FORMA DE BOLITA BRILLANTE.	ARDE CON FORMACION DE CENIZA BURBULEANTE Y SE JIENE COLOR A PLUMA QUEBRADA.	FUNDE DEJANDO BOLITA DURA Y OLOR ACIDO.	ARDE RAPIDAMENTE APARECIENDO PEQUEÑAS CHISPAS, OLOR A PAPEL QUEMADO Y DEJA RESIDUO DE CENIZA MUY PEQUEÑA.	QUEMA Y FUNDE, FORMANDO BOLITA DURA DE COLOR NEGRO.	FUNDE DESPRENDIENDO FUMO BLANCO Y FORMA PERLA COLOR GRIS.	FUNDE DESPRENDIENDO FUMO NEGRO Y FORMA PERLA NEGRA.
OL CON PEGUEÑA AL CENTRAL.	ONAL CASI CIRCULAR.	SEMEJA UN TRIANGULO.	TIPO TRESOL CON MEJOS LOBULOS QUE EL RAYON.	DENTADA Y ALARGADA.	MEJOS O CACAHUATE.	PRINCIPALMENTE CIRCULAR Y TRILOBAL.	PRINCIPALMENTE CIRCULAR - TRILOBAL - PENTAGONAL - OCTAGONAL - POLIGONAL.
							
OPOLCORTO DE SODIO SULFONADO 10 SIN O DO SULFURICO AL S EN FIBRO.	HIPOCLORITO DE SODIO EN FIBRO, 10 - 15 MIL.	ACIDO QUINOLINICO CONCENTRADO O ACIDO SULFURICO, AL 80 % EN FIBRO Y EN SOLA CAUSTICA AL 15 % EN ENBALCADA.	EN FIBRO CON ACETONO 1 MINUTO.	EN FIBRO CON ACIDO SULFURICO AL 80 % DE CONCENTRACION O HIPOCLORITO DE SODIO A EQUILIBRIO.	EN FIBRO 3 MIN. CON ACIDO NITRICO CONCENTRADO.	EN FIBRO CON ACIDO FORMICO.	EN CALIENTE CON META O EN FENOL A EQUILIBRIO.
FACTORES: 2-3 FACTIVOS Y AL COBRE: 3-4 LA CUBA: 5	-ACIDOS: 3-4 -METAL COMPLEJO: 4-5	-ACIDOS: 4-5	-DISPERSOR: 3	-DIRECTOR: 2-3 -AL COBRE: 3-4 -REACTIVO: 4-5	-BARRIOS: 4-5	-ACIDOS: 3-4 -METAL COMPLEJO: 5	-DISPERSOR: 3-5 -DISPERSOR COMPLEJO
VAR CON AGUA FRIA Y CADO AL AIRE. SEMIBLE A INOLADONIA.	LAVAR EN SECO O CON AGUA FRIA, NO COLGAR NI SEPIRAR EN SU SECADO. POCA RESISTENCIA A BLANQUEADORES.	LAVADO EN SECO, MUY SEMIBLE AL OLORO Y PRODUCTOS QUIMICOS DE LIMPIEZA.	LAVADO EN SECO, LA EXPOSICION PROLONGADA AL SOL LO DEGRADA Y SECOLOA.	LAVADO EN SECO, MUY SEMIBLE AL FLOIDO Y PRODUCTOS QUIMICOS DE LIMPIEZA.	LAVAR CON AGUA TIBIA Y ENJABONAR CON AGUA FRIA. SECAR AL AIRE, NO SE PLANCHA.	LAVAR EN OLORO, A MANO O A INGENIERA, SE DE SECADO RAPIDO AL AIRE O A INGENIERA. NO SE PLANCHA, LA EXPOSICION PROLONGADA AL SOL LO DEGRUTA.	LAVAR A MANO O EN MAGNETA CON AGUA TI SECAR AL AIRE O EN MAGNETA EN FIBRO. RES A LAS AMPARAS BLAN CON TEMPERATURA BA



### 1.9. DESVENTAJAS DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS

Los tejidos producidos con fibras sintéticas ( cloruro de polivinilo (PVC), copolímero de acrilonitrilo, cloruro de polivinilideno ) son similares en cuanto a sus características textiles, a los tejidos de poliamida (nylon) y de poliéster.

Estas fibras sintéticas sin embargo, presentan varias desventajas

- 1.- Son difíciles de teñir ,para lo cual, requiere tintes especiales, una maquinaria costosa y mayor temperatura que otros tejidos.
- 2.- Son difíciles de lavar, ya que su naturaleza termoplástica los hace sensibles a las temperaturas, no pueden ser tratados con agua muy caliente, con el fin de quitarles las manchas.
- 3.- Problemas en su secado. Si se secan a altas temperaturas pueden producir arrugas permanentes.
- 4.- En acabados resistentes al fuego. Al tratar estas fibras sintéticas con un acabado ignífugo, algunos de ellos despiden gases venenosos cuando están expuestos a muy altas temperaturas.

## 2.- PROCESO DE COMBUSTION

## 2.1. LA COMBUSTION

Antes de comensar a tratar el tema de los retardantes de flama es necesario tener un entendimiento claro del proceso de la combustión.

## 2.2 PROCESO DE LA COMBUSTION

En términos simples la combustión es un proceso de reacción -- química en cadena, en el cual un gas combustible y un vapor, se combinan en una reacción exotérmica, liberando calor y luz.

En términos más científicos, la combustión es una oxidación exotérmica de fase vapor.

Ya que todos los materiales textiles, son sólidos, existen tres etapas bien definidas antes de la reacción oxidante, que es la combustión.

Las etapas de la combustión son las siguientes.

- 1.- Calentamiento
- 2.- Descomposición
- 3.- Evaporación
- 4.- Oxidación

Cuando un sólido entra en contacto con una fuente de calor, comienza a descomponerse. Los productos de descomposición entonces se volatilizan y los gases resultantes reaccionan con el oxígeno del aire, desprendiéndose calor, el cual continúa el proceso de

la combustión, hasta que todo el material es consumido.

### 2.3. COMBUSTION DE LA CELULOSA

Las fibras celulósicas, tales como el algodón, hilo de lino o rayón viscosa, representan la clase más fácil de someter a cambios químicos en sus condiciones de combustión .

### 2.4. DESCOMPOSICION QUIMICA POR CALOR ( PIROLISIS )

La pirólisis de la celulosa, lleva una rápida descomposición de su estructura química, a temperaturas por encima de 302°C , con emisión de gases combustibles y producción de materiales del tipo alquitrán.

Cuando la temperatura alcanza 352°C , aquellos gases se inflaman, desprendiéndose una gran cantidad de calor, produciéndose anhídrido carbónico y la celulosa se reduce a cenizas.

Teóricamente la combustión se puede representar por medio de esta fórmula:



celulosa	oxígeno del	anhídrido	agua
	aire	carbónico	

Si la celulosa, en cambio es tratada con un poderoso agente - deshidratante (como ácido sulfúrico concentrado) la degradación

será como sigue:



celulosa

carbono

agua

## 2.5. TEJIDOS NO INFLAMABLES

La expresión no inflamable, se aplica a aquellos tejidos que no mantienen la combustión y se apagan por sí mismos.

Los tejidos de este tipo involucrados en un fuego accidental, no contribuyen a incrementar las llamas. Por otras denominaciones tales como "a prueba de llamas", "a prueba de fuego" o "resistente a las llamas" carecen de sentido o éste es erróneo ya que prácticamente todos los tejidos son combustibles hasta cierto grado. Desde el algodón pólvora (nitrocelulosa), de combustión tan rápida que produce explosión, hasta el asbesto, que virtualmente no queda afectado por el fuego.

Los tejidos no inflamables se pueden obtener por dos sistemas fabricándolos con fibras que no arden, o por medios químicos, tratando las fibras para lograr el efecto deseado.

El asianto ( mineral.- silicato de calcio, alúmina y hierro que se presenta en fibras blancas y flexibles, de aspecto sedoso, incombustible e inatacable por los ácidos por lo que se usa para fabricar tejidos resistentes al fuego ), el acero y las fibras de vidrio son no combustibles, pero los hilos fabricados con estos materiales sólo son apropiados para aplicaciones muy particulares

Hay también algunas fibras sintéticas ideadas para tener características no inflamables, que se están obteniendo actualmente del cloruro de polivinilo (PVC), de un copolímero de acrilonitrilo y cloruro de polivinilideno y de una poliamida aromática.

### 3.- LOS ACABADOS IGNIFUGOS

### 3.1. MECANISMOS DE RETARDACION DEL FUEGO

Puesto que hay cuatro etapas en el proceso de combustión, existe la posibilidad de interrumpir el proceso en cada una de ellas.

- 1.- La primera forma de evitar la combustión es interrumpiendo el calentamiento del objeto por eliminación de la fuente de calor, o se puede enfriar el material con un líquido o un gas; así como -- también, interrumpiendo el suministro de oxígeno necesario para hacer arder el fuego.
- 2.- La segunda forma de evitar la combustión, es escoger un objeto ten estable que en condiciones normales no se descomponga y por lo tanto no se volatilice, como lo son las fibras de vidrio.
- 3.- La tercera forma de detener la combustión, es evitar la evaporación. Esto se logra por medio de la formación de compuestos químicos no volátiles, siendo éste el principio del funcionamiento de los retardantes de fuego llamados de fase sólida, basados en los elementos de azufre fósforo y boro.  
 Cuando compuestos químicos contienen uno o más de estos elementos y son calentados, se descomponen generando ácido sulfúrico, fosfórico o bórico respectivamente, los cuales forman ésteres estables, no volátiles, con grupos hidroxílicos presentes en el material.
- 4.- En la cuarta etapa, la combustión puede ser detenida, por eliminación del oxígeno de la zona de combustión, deteniendo de esta mane-



ra la oxidación.

Este principio es usado en los extintores de fuego de dióxido de carbono y también es el principio sobre el cual operan.

### 3.2. MODIFICACIONES QUÍMICAS EN TEJIDOS

Las modificaciones químicas de las fibras existentes, tanto naturales como artificiales, se logran mediante la adición de productos que cambian las características químicas de la combustión de la fibra, o se descomponen bajo la influencia del calor y forman un producto que evita la propagación del fuego.

Los productos químicos usados para producir este efecto retardante de la flama, son el monofosfato amónico, mezclas de bórax y ácido bórico o fosfato de dicianidamida.

La descomposición puede tener lugar a temperatura de 252 a - 292°C.

### 3.3. APRESTO INCOMBUSTIBLE PARA TEJIDO

a).- COMPUESTO	COMPOSICION EN %
almidón	2.0
agua	85.0
sulfato de amonio	8.0
ácido bórico	3.0
bórax	2.0

Haga engrudo con el almidón y disuélvase en la masa caliente - las demás sustancias.

b).- COMPUESTO	COMPOSICION EN %
tungstato sódico	15.0
jabón común	2.0
agua	83.0

Disuélvase el tungstato sódico y el jabón , empleándose en caliente.

c).- COMPUESTO	COMPOSICION EN %
fosfato de amonio	5.0
jabón común	2.0
agua	93.0

Disuélvase el fosfato de amonio y el jabón común en el agua y se emplea la solución en caliente.

Apresto especial para cortina.

d).- COMPUESTO	COMPOSICION EN %
tungstato sódico	20.0
bórax	20.0
almidón	60.0

Se mezclan los productos y se emplea la fórmula como el almidón común.

En las formulaciones descritas, se recomienda dar el tratamiento a los tejidos, estando estos en condiciones secas, ya que el material sin humedad, absorbe la solución en mayor cantidad, recibiendo así mayor protección.

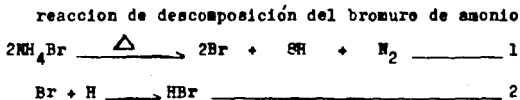
En las telas que no pueden saturarse con la solución como las que son repelentes al agua o las que llevan un acabado, deberá agregarse jabón. El jabón hace que la solución se extienda y humedezca la superficie uniformemente, éste actúa como un agente humectante.

En acabados de éste tipo no se afectan las características norma-

les del tejido, pero no perdura mucho a causa de los lavados.

Los tejidos tratados con soluciones retardantes de flama, deben ser resistentes al lavado y a la limpieza en seco. Por esta razón, hay una preferencia por los compuestos reactivos orgánicos fosforados, que pueden ser insolubles una vez aplicados y éstos son los que se usan hoy en día, para la mayoría de tratamientos ignífugos. La aplicación puede efectuarse al elaborar la fibra (para el rayón viscosa) o por un simple tratamiento de inmersión después de tejer el género.

Se utilizan sustancias que contienen bromo (como el bromuro de amonio) para producir efectos retardantes por el método de sofocar el fuego. Bajo la influencia del calor, esos productos se descomponen, liberando nitrógeno y bromuro de hidrógeno, que asfixian el fuego al desplaza al oxígeno. Sin embargo, las sustancias de este tipo son solubles en agua y por lo tanto, no resistentes al lavado y aunque hay algunos productos químicos, no solubles, con iguales propiedades, dan al tejido un tacto pesado y pegajoso. Además, la propiedad de ahogar el fuego se anula si alguna corriente de aire se lleva la capa de gases nitrógeno y bromuro de hidrógeno.



Puede conseguirse también, un efecto de extinción de fuego en

los tejidos de celulosa, añadiendo una mezcla de óxido de antimonio y un compuesto clorado, tal como el cloruro de polivinilo.

Al aplicar una llama, el compuesto de cloro se descompone, liberando ácido clorhídrico que reacciona con el óxido de antimonio, produciendo cloruro de antimonio, sustancia con gran poder de extinción del fuego.

#### 4.- ANALISIS TECNICO DE MERCADO

#### 4.1.2. DESCRIPCION DE LOS RETARDANTES DE FLAMA DE IMPORTANCIA COMERCIAL

Los retardantes de flama, en términos muy amplios se clasifican en dos grupos principalmente, dependiendo de la permanencia de -- los mismos en la prenda.

Generalmente la propiedad mas importante de los materiales tejidos, es su resistencia al lavado.

De acuerdo a esta propiedad los productos se clasifican en:

- 1.- No durables o renovables
- 2.- Permanentes

##### 4.1.1. RETARDANTES DE FLAMA NO DURABLES O RENOVABLES

Generalmente son sales de amonio solubles en agua de elementos tales como:

fósforo, azufre y boro

Compuestos empleados:

fosfato de amonio  $(NH_4)_2HPO_4$

bórax (tetraborato de sodio  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ )

ácido bórico  $H_3BO_3$

sulfamato de amonio  $NH_4SO_3NH_2$

Estos compuestos se aplican solos o en combinación como se explica en las formulaciones anteriores.

#### 4.1.2. RETARDANTES DE FLAMA DURABLES

En esta clasificación, se incluyen los retardantes tecnológicamente más importantes y su desarrollo ha significado un gran despliegue de investigaciones para crear nuevos compuestos. De acuerdo a su funcionalidad se subdividirán a su vez en:

- Retardantes de estado sólido
- Retardantes de fase vapor

#### 4.2. RETARDANTES DE ESTADO SOLIDO

Estos compuestos, cuyo mecanismo de acción es formar ésteres estables con un sustrato. Al descomponerse generan ácido sulfúrico, fosfórico o bórico respectivamente, los cuales forman ésteres estables, no volátiles, con grupos hidroxilicos presentes en el material.

La aplicación de estos productos es limitada a telas de origen animal o vegetal, como son, algodón, lana y otras similares. Los retardantes de estado sólido, contienen productos con fósforo, boro o azufre.

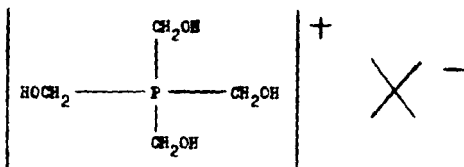
Entre los retardantes de estado sólido durable, sólo los materiales que contienen fósforo han llegado ha ser comercialmente importantes.

A pesar de la gran variedad de retardantes de fuego a base de fósforo que existen actualmente se encuentran en el mercado compuestos tales como:

La sal de hidroximetilo de fosfonio cuaternario (THPI)



La sal de hidroximetilo de fosfonio cuaternario (THPX)



El THP es ofrecido como cloruro o sulfato y este producto es empleado con urea ( $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ ).

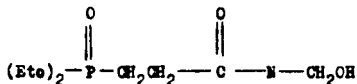
El compuesto THP es diluido en agua y aplicado a tejidos celulósicos por medio de foulard, después de lo cual los tejidos son parcialmente secados y el producto es polimerizado por acción de amoníaco gaseoso seco en una cámara especial por la cual se pasa la cual se pasa la tela en forma continua.

La acción del amoníaco polimeriza el prepolímero de THP y urea formando un acabado insoluble el cual es fijado a las fibras.

Debido al uso de gas amoníaco, este proceso se conoce como "proceso de reticulado amoniacal". Se comercializa por la empresa británica Albright and Wilson bajo la marca registrada de "Proban" y la firma americana America Cyanamid. La ventaja de este proceso es la suavidad de la tela tratada y la mínima pérdida de propiedades físicas.

El otro producto comercial basado en el fósforo es:

fosfonio dimetilo propionamida n-metilolada (FDPMM)



El FDPMM se encuentra en soluciones acuosas, hasta con una concentración de 80%, la cual es diluida con agua y aplicada a los tejidos junto con una resina termopolimerizable como lo es la melamina trimetilolada y un catalizador apropiado.

Las telas así tratadas son secadas y polimerizadas por el efecto del calor aplicado. A continuación las telas tienen que ser lavadas para mejorar el tacto, neutralizar la tela y remover los materiales que no han reaccionado.

Este proceso se conoce bajo la marca registrada "PIROVATEX CP" de la Ciba-Geigy de Basel, Suiza.

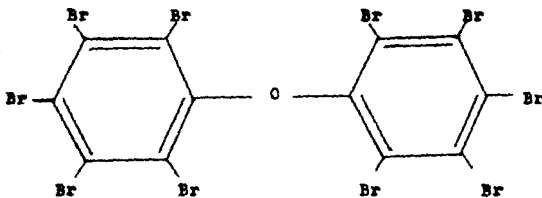
#### 4.5. RETARDANTES DE FLAMA DE FASE VAPOR HALOGENADO

Los retardantes de flama de fase vapor, que son los que tienen un campo de acción mas amplio cuyo rango de actividad es efectivo en casi todos los tejidos a los cuales se aplica, están basados principalmente en bromo y cloro en presencia de óxidos metálicos.

Estos materiales por acción de la flama, se descomponen formando gases no inflamables que desplazan al oxígeno del área de combustión .

El más importante retardante de llamas permanente de fase vapor halogenado es:

Decabromo de Oxido de Difenilo (DBDOD)



Este compuesto, finamente pulverizado con un tamaño de partícula promedio de 2 micrones o menos, para su uso se dispersa en agua con trióxido de antimonio, también pulverizado.

Dispersiones concentradas, hasta un 67% de peso de ambos componentes, son encontradas comercialmente de la firma Amspec.

Esta predispersión es diluida en agua y mezclada con una determinada cantidad de látex el cual sirve de ligante para las partículas.

Esta solución es aplicada a las telas por humedecimiento ( se aplica la solución por foulard ).

Su aplicación también puede ser por pulverización o cualquier otro medio apropiado, seguido de un secado y un polimerizado a temperaturas elevadas para obtener sólidos al lavado.

Generalmente, los productos bromados son mucho más eficientes que los productos clorados. Debido a esto y a consideraciones ecológicas y toxicológicas el decabromo de óxido de difenilo es el retardante de flama más ampliamente utilizado en todo el mundo.

Su uso más importante es en una variedad de productos plásticos y la cantidad usada en el ramo textil constituye sólo una fracción de su uso total.

Los tres retardantes de flama durables descrito anteriormente son técnica y comercialmente los más significativos, sin embargo otros productos de fase vapor basados en parafinas cloradas con óxido de antimonio, han sido usados extensivamente por muchos años para tratar lonas de algodón, para carpas de uso militar.

Los retardantes de flama de fase vapor, están basados en materiales halogenados ( flúor, cloro, bromo y yodo ), siendo únicamente los compuestos bromados y clorados de importancia comercial.

La razón por la cual los compuestos fluorados no son eficaces como agentes retardantes de flama, es que estos compuestos son

excesivamente estables y no desprenden gases, que puedan desplazar al oxígeno. Los compuestos fluorados son tan estables que -- uno de sus usos es el recubrimiento de sartenes de teflón.

Por otro lado, los compuestos de iodo poseen una estabilidad -- muy baja para ser usados como retardantes de fuego.

#### 4.4.- DESVENTAJAS DE LOS COMPUESTOS RETARDANTES DE FLAMA

La mayor desventaja de estos productos, es su falta de permanencia en la prenda tratada y en algunos casos el perjuicio que provocan en las fibras a las cuales se aplican.

A pesar de esto , muchas telas son tratadas con estas sales solubles en agua, principalmente debido a su bajo costo y el factor de que en muchos casos no se requiere durabilidad del tratamiento

Por lo tanto, es conveniente usarlo en prendas tejidas que nunca estarán en contacto con el agua o en aquellas que puecan ser vueltas a tratarse después de cada ciclo de lavado.

Otra de las desventajas asociadas con el uso de estos componentes solubles en agua son:

- A.- Hidrofilidad (absorción de humedad)
- B.- Degradación del tejido
- C.- Pérdida de color ( si es colorina )
- D.- Elevado costo para renovar el tratamiento
- E.- Corrosividad de las sales

El mercado para retardantes no durables incluye materiales como:

- Elementos desechables textiles
- Cortinajes que deben renovarse
- Recubrimientos de murales textiles
- Colchones

- Papeles domésticos y automotrices
- Papeles murales y para construcción

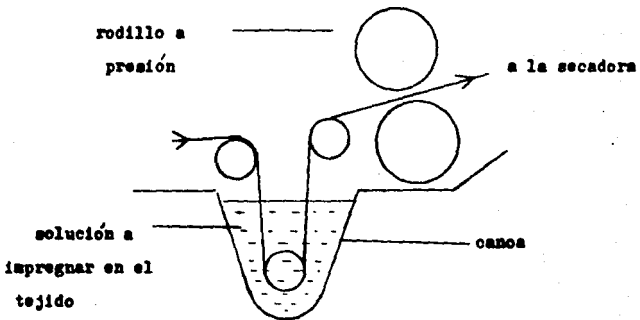
5.- EQUIPO DE APLICACION DEL ACABADO  
IGNIFUGO EN ARTICULOS TEXTILES



### 5.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE APLICACIÓN DE ACABADO INGNIFUGO

Para aplicar la solución para darle al tejido un acabado ingnífugo, se requiere un equipo de impregnación y uno de secado.

El equipo de impregnación, cuenta con cilindros y canoa donde la aplicación del apresto se hace por contacto pasando enseguida al exprimido.



Paso del tejido por foulard

El que se recomienda usar es el de 2 cilindros de posición vertical como se muestra en la figura, con presión oleoneumática.

**EL FOUCLAND.-** El foulard es un equipo de impregnación y consta de las siguientes partes:

**Canoa.-** Es de acero inoxidable y sirve para depositar la solución cuya capacidad es de 200 l.

**Rocillo guía.-** Es de acero inoxidable, determina la tensión que se aplica al tejido y su movimiento es oscilante.

**Zona de exprimido.-** Se compone por dos tipos de rodillos, uno inferior y otro superior, el inferior es de acero inoxidable y permanece fijo, el rodillo superior es también de acero, recubierto de hule látex o vulcanizado es móvil y aplica la presión para determinar la carga que deberá llevar el tejido ( en % de sólidos)  
La presión que se aplica al tejido es de 2 a 3 Kg de presión.

**Tubo de entrada de agua.-** Sirve para lavar los rodillos y la canoa o para incrementar agua a la solución de impregnación.

**Serpentín de vapor.-** Genera vapor indirectamente, para mantener la solución a una temperatura constante y se encuentra al fondo de la canoa.

**Tubo de entrada de solución.-** Esta tubería deberá ser de 2 pul-

gadas aproximadamente para mayor fluidez de la solución.

**Indicador de nivel de solución.-** Es importante medir siempre el nivel de la solución, ya que puede marcar sólo espuma que se hace con el movimiento, por tal motivo se tendrá una mala impregnación.

**Rodillo compensador.-** Es de aluminio y regula la alimentación del tejido a impregnar de solución.

**Rodillo de inmersión.-** Es de acero inoxidable, recubierto de látex, proporciona un determinado tiempo de inmersión para que el tejido se impregne lo suficiente. A las fibras sintéticas, se recomienda darles mayor tiempo de recubrimiento.

**Tubo de desagüe.-** Para eliminar las sustancias residuales de los aprestos, así como cuando se lava la canoa.

**Ollas de preparación de apresto.-** Son de acero inoxidable y cuentan con un agitador, estas ollas tienen tubería que llega hasta el foulard, la capacidad está en función de las necesidades requeridas.

**El foulard cuenta también con un tablero de control que regula la presión de los rodillos exprimidores, la veloci--**

dad de los mismos, volante de ajuste del rodillo de  
inmersión, contador de metros y ajuste de tensión -  
en el foulard.

## 5.2. EQUIPO DE SECADO Y TERMOPOLIMERIZADO A BASE DE CALOR

Los secadores se encuentran de diferentes modelos como:

El secador de bolsas largas, el de bolsas cortas y el de contacto directo por aire caliente, estos equipos son utilizados para secar el tejido después de haberlos impregnados de solución.

Secador de bolsas largas.- Este tipo de secador es especial para tejidos finos y cuyo funcionamiento se comprende fácilmente.

Consta de dos cadenas, que en su movimiento, a medida que avanza el tejido por la cámara, cambia la posición del pliegue y evita marca alguna.

Secador de bolsas cortas.- Es especial para tejidos muy delicados. La construcción es muy similar a la del anterior, pero el pliegue es muy corto, a fin de que el peso del tejido no deforme la unión de la trama. El tejido, o los tejidos en el caso de que pasen dos o tres superpuestos, se conducen al secador sin tensión alguna, mediante una banda de alimentación; entran por la parte superior del equipo y salen por la inferior, después de efectuar dos, tres o hasta seis recorridos horizontales por su interior.

El tejido al entrar en el secador, se deposita en forma ondulada, originando pliegues cortos sobre una cadena de bastones transportadores aislados, que no cesan de girar sobre sí mismos durante su recorrido por el secador, para evitar posibles marcas de los bastones en el tejido.

Secado por contacto directo de aire caliente.- Este equipo tie-

ne dos funciones el de secado y polimerizado y es el que se recomienda para el tratamiento ignífugo.

En este secador, la tela después de pasar por el foulard, es introducida inmediatamente para su secado y termofijado, siendo alimentada la tela por un rodillo que está en la entrada del secador, que sirve para que la tela no entre con pliegues al equipo, ayudado por los rodillos abridores. A continuación los cepillos alimentadores tensan la tela, ayudando a sujetar la tela en la cadena y así transportarla a través del secador.

Los quemadores están instalados a ciertas distancias y puede constar de cuatro a seis quemadores, dependiendo de la longitud del secador y del tejido a procesar.

Los controles están instalados a un costado del equipo, en donde se tienen reguladores de temperatura y velocidad de la cadena, dentro del secador.

### 5.3. CÁMARAS DE SECADO PARA ARTICULOS CONFECCIONADOS

Cuando la prenda ya está confeccionada para darle el acabado -- ignífugo, se le dará el proceso sumergiendo el material seco en la solución y secándolas en cámaras especiales para la fijación del acabado ignífugo.

Para la impregnación de la prenda se usarán ollas de acero inoxidable con los siguientes aditamentos: tubería de agua y un serpentín de vapor integrado en el fondo, para mantener la temperatura requerida, tubería de descarga para drenar los residuos de soluciones y lavado del equipo.

La cámara de secado para la prenda, deberá de contar con resistencias electricas para calentar el aire, así como controles y -- reguladores de temperatura, para no dañar el artículo.

6.- PRUEBAS Y ESPECIFICACIONES DE  
ININFLAMABILIDAD EN LOS ARTICULOS  
TEXTILES



## 6.1. PRUEBAS DE ININFLAMABILIDAD

El motivo para hacer un artículo ininflamable, es la necesidad de crear protección en las prendas de vestir, así también surgieron las necesidades de conocer cuándo es el producto ininflamable, creándose instrumentos de pruebas para determinar el grado en que podría arder un género, como son:

- 1.- Midiendo la facilidad de encendido.- Colocando una flama a una muestra de tela por un corto período de tiempo y determinando si ocurre el encendido. Esta propiedad se mide en segundos necesarios para encender la muestra con una flama.
- 2.- Velocidad de quemado.- Se determina esta prueba midiendo la rapidez con que recorre una flama la superficie de una longitud de 15 cm , colocando la muestra en una cremallera en un ángulo de 45 grados.
- 3.- El apagado de un tejido.- Esta prueba, se aplica al tejido tratado con acabado ignífugo y da una prueba real del artículo -- procesado, ésta puede hacerse en forma vertical y horizontal.
- 4.- Area destruída.- Se mide mediante la superficie destruída en pruebas de quemado horizontal, alrededor de la fuente de incendio.
- 5.- Longitud de quemado.- Se mide en la superficie destruída en --

pruebas de quemado verticales.

6.- Tiempo de incandescencia.- Cuando la flama ha sido retirada, si continúa la flama en la superficie se contará el tiempo de incandescencia.

La dificultad en fijar normas para productos textiles, consiste en el hecho de que las normas de prueba no son ni pueden representen en forma íntegra el servicio real o las condiciones de uso de la prenda.

6.2. GÉNEROS TEXTILES QUE SE CONSIDERAN SEGUROS  
( SIN ACABADO RETARDANTE DE FLAMA )

La Comisión Federal de Comercio, la agencia que administra la ley de Géneros Ininflamables en California E.E.U.U., proporciona los siguientes datos de las normas, basadas en la aplicación de una flama del tamaño de un cerrillo durante un segundo a una muestra de 2 X 6 pulgadas.

Los géneros textiles que no arden o funden o aquellos en los cuales el tiempo de combustión es de 3.5 segundos no se consideran peligrosas, pero para telas con inflamabilidad normal (3.5 segundos o más), se requieren pruebas sucesivas de muestras adicionales durante los procesos de producción.

Los géneros con superficies levantadas de fibras, como terciopelo y panas, que no producen flamas superficiales o que no se encienden o funden, se consideran seguros, también en tejidos de este tipo donde la flama se extiende en 4 segundos o más. En casos de hilo rizado, el desarrollo de la flama deberá ser de más de 12 segundos para considerarlo seguro.

### 6.3. PRODUCTOS TEXTILES A LOS QUE SE LES DEBERA APLICAR ACABADO RETARDANTE DE FLAMA

Existen tres grupos importantes donde se requiere dar protección contra el fuego.

- 1.- Telas industriales
- 2.- Telas para el hogar
- 3.- Prendas de vestir

- 1.- Telas industriales
  - Autos
  - Aviones
  - Carpas
  - Correas transportadoras
  - Filtros de aire

#### 2.- Telas para el hogar

Estos productos textiles de uso indirecto, que siempre nos rodean y que también requieren de un acabado que les dé resistencia a la flama, tales como:

- Cortinajes
- Recubrimientos textiles ( murales )
- Colchones
- Tapices domésticos y automotrices
- Papeles murales
- Otras

**3.- Prendas de vestir**

- Ropa de dormir de niños
- Ropa de trabajo para fundiciones
- Ropa de protección para bomberos
- Ropa de protección para militares
- Uniformes para tripulación de aerolíneas
- Ropa para laboratorio
- Otras

El retardante de llamas que se aplique para las áreas descritas estara dado según las necesidades y el tiempo que se necesite usar el artículo.

#### 6.4. DURABILIDAD DEL TRATAMIENTO EN LOS ARTICULOS TEXTILES

El acabado a las llamas en el tejido, debe ser resistente a los diferentes tratamientos de limpieza y a otros factores a los cuales la prenda estará sometida, entre estos tratamientos a los cuales estará sometida la prenda se pueden mencionar:

- 1.- Lavado en agua
- 2.- Limpieza en seco
- 3.- Envejecimiento por calor
- 4.- Degradación de la fibra
- 5.- Absorción de humedad

Esto dependerá también, del tipo de acabado que se utilice, del no durable a del permanente.

## 7. CONCLUSIONES

El acabado ignífugo en prendas de vestir y artículos textiles, nace de la necesidad de protegerse de fuego, para evitar la muerte o el daño psíquico a las personas en accidentes producidos por éste.

Existen dos clases de retardantes de fuego, los de fase sólida y los de fase vapor.

Los retardantes de fuego de fase sólida, basados en los elementos, azufre, fósforo o boro, generando ácido sulfúrico, fosfórico o bórico, respectivamente, los cuales forman ésteres estables no volátiles, con grupos hidroxílicos presentes en el material, siendo estos retardantes del tipo no durable y por tal motivo poco recomendable, ya que se gastaría más en darles un nuevo tratamiento que hacerse de una nueva prenda.

Los retardantes de fuego de fase vapor, están basados en los -- halógenos, principalmente de los compuestos bromados y clorados, estos materiales, por acción de las llamas se descomponen formando gases no combustibles que desplazan al oxígeno del área de combustión, estos compuestos son los únicos que dan una buena -- eficiencia como agentes ignífugos, con una aplicación en todos -- los materiales, tanto sintéticos como naturales. Los retardantes de fase vapor, son durables y no degradan la fibra del tejido de los artículos textiles, para ayudar a la protección de vidas humanas, en lugares donde se está expuesto a él, e en lugares poten

iales de generar incendios como, hoteles, cines, restaurantes, -  
tc. ya que su decoración esta basada en artículos textiles.



## 8.- BIBLIOGRAFIA

- The Merck Index Encyclopedia of Chemicals and Drugs  
Eighth Edition ( 1968 )
- Blucher H., Enciclopedia de Química Industrial  
Editorial Tecnes S.A. Madrid ( 1958 )
- Cellezo J.L. , Diccionario Enciclopédico de términos  
técnicos Ingles - Español ( 1987 )
- Perry R.H. , Perry Chemical Engineer's Handbook  
Sixth Ed. Mc. Gravy-Hill Book Company. (1960)
- Chemical Abstracts.- 1980 Vol. 92 R 199594s  
1980 Vol. 92 R 199595a  
1980 Vol. 93 115772r  
1980 Vol. 93 62892vv  
1980 Vol. 93 221809t  
1981 Vol. 94 48732h  
1981 Vol. 94 P 158276x  
1981 Vol. 95 152079g  
1982 Vol. 96 164040vv  
1982 Vol. 96 R 7998x  
1982 Vol. 97 164423u  
1982 Vol. 97 R 128955h  
1983 Vol. 98 108713x

- Chemical Abstracts.- 1983 Vol. 98 159798g  
1984 Vol. 101 231821p  
1984 Vol. 101 8616p  
1985 Vol. 102 R 151554j  
1985 Vol. 102 R 8093c  
1985 Vol. 103 197228e  
1985 Vol. 103 161791u  
1987 Vol. 107 41564h  
1987 Vol. 107 238446e  
1987 Vol. 107 P 237015s  
1987 Vol. 107 R 135697f  
1987 Vol. 107 R 24671y  
1988 Vol. 109 P 172003p  
1989 Vol. 110 97044t
  
- Klug, Marchino y Cía., Segunda Edición Editorial  
Pan America (1960)
  
- Petrucci R.H., Química General, Fondo Educativo  
Interamericano, S.A. (1972)
  
- Morrison, R. Th., Química Orgánica , Fondo Educativo  
Interamericano, S.A. (1976)
  
- Erhardt Th., A. Blumcke., Tecnología Textil Básica  
Tomo 1 y 2 , Editorial Trillas México, (1980)

- Wingate I.B., Biblioteca de los Géneros Textiles y su  
Selección Toms I,II,III y IV (1989)  
Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.  
Mexico. Tercera Impresión (1987)
  
- Mischutin V., Ph.D., Revisión de tecnología y Mercados para  
Textiles Retardantes a la flama  
Amspec Chemical Corporation  
Gloucester City, New Jersey USA (1990)