



Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales



Universidad Politécnica de Madrid



# MANUAL CONTROL DE CALIDAD EN PRODUCTOS TEXTILES Y AFINES



Fig. 1. Wool from Merino sheep x200.



Fig. 2. American cotton x400.



Fig. 3. Common wool x200 using polarized light.



Fig. 4. Cheltenham Ram's wool x400 using polarized light.

Por: **JOSE VICENTE ALONSO FELIPE** Ingeniero Técnico Industrial (UVa) & Master Universitario MIMARMA (UPM)

Departamento de Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente (Laboratorio de QUÍMICA I)

## PRÓLOGO

El campo de los materiales textiles y afines no suele estar incluido dentro de la disciplina de *Conocimiento de materiales* o en ocasiones suele estar mínimamente contemplado dentro del área de materiales plásticos y polímeros; por lo cual en general suele ser muy desconocido en la formación de ingenieros y técnicos. Históricamente en las escuelas de ingenieros industriales se encontraba la especialización en industrias textiles, aunque con posterioridad pasó a formar una carrera propia como tal Ingeniero Textil.

Es de resaltar también, la importancia del sector textil como de otros muchos que encajan perfectamente dentro de la denominada *Ciencia Industrial* y de las *Escuelas de Artes y Oficios* que tanto pueden contribuir al desarrollo industrial y económico de los países.

En la actualidad, queda patente la importancia del sector textil tradicional así como de los nuevos materiales textiles con aplicaciones especiales o funcionales que están siendo de amplio desarrollo e investigación. Quisiera resaltar también la importancia en la ingeniería de los textiles técnicos así como de aquellas fibras con aplicaciones estructurales y sometidas a solicitudes mecánicas, térmicas, de aplicación militar, material deportivo, etc. También es de resaltar las aplicaciones en cordelería industrial, cabos, maromas, etc., de multitud de aplicaciones en sujeción, elementos mecánicos y estructurales.

Lo que se pretende con esta compilación de cuestiones relacionados con textiles obtenidas de diversas fuentes, que nació como un resumen sobre materiales textiles y fibras para cursos de postgrado de la UPM, es recoger de una forma fácilmente accesible, más completa y extensa, de fácil consulta, aquellos aspectos relacionados principalmente con la naturaleza de las fibras que normalmente se encuentran muy dispersos. Fundamentalmente se tratan aspectos como caracterización de fibras y tejidos, mezclas de fibras, tintes y tinción, funcionalidad y confort, análisis y control de calidad de producto acabado desde el punto de vista de aptitud al uso, caracterización morfológica de las fibras por microscopía, análisis químico cuantitativo según Normas y Directivas de la UE más actuales, características de los textiles en el campo de la restauración de patrimonio artístico, análisis forense de las fibras, etc.

A partir de mi formación en ingeniería industrial, conocimiento de materiales dentro del campo de los polímeros y mi experiencia en análisis y control de calidad dentro de un laboratorio textil, así como cursos impartidos sobre análisis y control de calidad en tejidos; creo tener el *bagage* suficiente para poder afrontar esta tarea y proporcionar una obra de consulta y ayuda a las personas interesadas en este campo del conocimiento.

*José Vicente Alonso Felipe*  
*Diciembre de 2015*

## **INTRODUCCION**

Las necesidades y deseos humanos son innumerables y variopintos. El hombre primitivo apenas tenía más necesidades que los animales pero en cada paso que da en el camino del progreso y el conocimiento se incrementa el número y variedad de sus necesidades al igual que va cambiando las maneras de satisfacerlas.

A medida que el hombre se va civilizando sus actividades van haciéndose más sutiles y diversas; empieza a desear el cambio por el gusto del cambio. De modo que la variedad es uno de los aspectos más importantes de esta transformación.

La necesidad del vestido que es además el resultado de causas naturales, varía con el clima y las estaciones del año y con la naturaleza de las ocupaciones. Con todo esto surge el deseo de dar amplitud y desarrollo a las actividades humanas y en el campo de la actividad textil conduce al cultivo de la ciencia industrial textil y a crear por tanto una variedad creciente de tejidos.

Ya no se puede pensar que el vestido es simplemente una necesidad humana, después del alimento y antes de la vivienda, sino que es una necesidad acompañada de deseo de confort, sentido estético y distinción social.

Su trascendencia es enorme desde el punto de vista histórico y sociológico pues ha sido la base del desarrollo económico de casi todos los países del mundo. Pensemos en la importancia de la industria de la lana en la Castilla del siglo XV y XVI, la Ruta de la Seda ó la gran cantidad de mano de obra que demandó la recolección del algodón en América, la importancia del lino en la época de los faraones en Egipto o la enorme conflictividad social que originó la llegada de la máquina de vapor y la Revolución Industrial en la industria textil inglesa, hasta entonces necesitada de mucha mano de obra.

Es una actividad primaria de gran importancia económica en los países en vía de desarrollo, por ser muy baja su relación capital/producto y por contar en potencia, con un mercado amplio y seguro.

Además conforme se incrementa el desarrollo de una comunidad, la importancia de esta industria disminuye en el mercado de los textiles convencionales pero aumenta en los textiles técnicos y textiles singulares de aplicaciones especiales; pero sin dejar de tener un considerable porcentaje de participación en el producto industrial bruto de cualquier país.

Para adentrarnos un poco en este sector industrial veamos brevemente aquellos aspectos que definen de una forma más importante un textil.

La fibra textil es la unidad de la que está compuesto todo textil. Pueden ser naturales o artificiales. La palabra textil proviene del latín *texere*, que significa tejer.

En el pasado solamente se le daba este nombre a las telas tejidas pero hoy también son textiles las fibras naturales y sintéticas que se utilizan para la fabricación de prendas de vestir, todos los materiales que utilizan estas fibras y también las telas no tejidas fabricadas en el laboratorio. Se diferencian unas de otras por su origen (naturales, artificiales). Por sus propiedades (geométricas, físicas, químicas).

Las microfibras: son fibras ultra finas a las que se les confieren una serie de propiedades superiores a los tejidos. Comparativamente las microfibras son 2 veces más fina que la seda, 3 veces más fina que el algodón y 100 más fina que el cabello humano. Generalmente están compuestas de poliéster en un 80% y poliamida en un 20%.

#### **Propiedades de las fibras y clasificación:**

Las propiedades básicas deseables en el campo textil en una fibra son:

- Percepción al tacto, aspecto visual, caída, etc.
- Capacidad de protección frente al calor, al frío, al agua, al viento, etc.
- Fácil cuidado y conservación de la prenda.
- Confort.
- Durabilidad y mantenimiento.

#### **PROPIEDADES GEOMÉTRICAS:**

*Longitud:* media y su variabilidad.

La única fibra continua natural es la seda. Las otras son llamadas fibras discontinuas porque tienen una longitud limitada.

Químicamente se pueden fabricar fibras continuas de longitud indefinida que resultan similares a la seda, a las que llamamos filamentos. Estos filamentos pueden también ser cortados para trabajarlos en forma similar a las otras fibras naturales. Cuando son cortados se les llama fibra cortada.

La fibra de mayor consumo a nivel mundial es la fibra de algodón. Su longitud varía entre 20 y 35mm de longitud

*Finura:* valor medio y su variabilidad.

Es la medida de su grosor y está relacionado con el diámetro de la fibra aparentemente, ya que no es constante ni regular, se expresa en micras. La finura determina la calidad y el precio de la fibra.

La finura determina el comportamiento y la sensación al tacto de los textiles:

-Fibras gruesas: rígidas y ásperas, mayor firmeza, resistencia al arrugado.

-Fibras finas: suavidad y flexibilidad, buena caída.

La finura influye en aspectos tecnológicos durante el proceso textil tan importantes como: comportamiento en el proceso de hilatura, regularidad de los hilos, distribución de fibras en la mezcla, brillo de hilos y tejidos, absorción del colorante, dependiendo de la finura da intensidades diferentes.

El vellón de las ovejas merinas posee el más alto grado en cuanto a finura, regularidad, suavidad y elasticidad. Su finura oscila entre 16.5 y 23.5 micras y su longitud entre 60 y 70 mm. Dentro de los pelos animales es de destacar que la fibra de vicuña es considerada la más fina (entre 6 y 10 micras) y de mayor valor económico.

La finura se expresa en micras y es indudablemente, la propiedad más deseada en la lana, pues esta determina:

- El precio de la fibra.
- El límite de *hilabilidad*.
- La suavidad al tacto y flexibilidad del producto.

Además, cuanto más fina es la lana, más rizado presenta, aspecto al que se le atribuyen muchas de las buenas propiedades de la misma.

*Rizado*: frecuencia, forma y amplitud.

Son las ondas o dobleces que se suceden a lo largo de la longitud de la fibra. Los parámetros que la determinan son:

- La forma: bidimensional (diente de sierra) o tridimensional (muelle)
- La frecuencia: nº de ondulaciones por unidad de longitud
- La amplitud: distancia entre los picos de una onda completa.

El rizado influye en la *voluminosidad* y en el tacto del tejido. La lana y el algodón poseen el rizado por naturaleza. El rizado aumenta la cohesión, la elasticidad de volumen, la resistencia a la abrasión y la conservación del calor en los hilados; en cambio reduce el brillo.

*Forma de la sección transversal*.

Es una propiedad geométrica que influye en otras propiedades como el brillo, volumen, tacto, rigidez de la torsión.

Se distinguen 3 zonas en la sección transversal de una fibra natural: cutícula, cuerpo principal, núcleo (hueco o no). Al examinar éstas secciones, es importante la presencia de pequeñas cavidades y las características de la superficie lateral de la fibra (estriada, lisa).

## **PROPIEDADES FÍSICAS:**

*Brillo y color.* El algodón es una fibra mate por naturaleza, pero cuando es sometida a Mercerizado obtiene brillo.

*Propiedades térmicas:* acción al calor, tratamientos térmicos, comportamiento al fuego.

El grado en que un material textil abriga, esto es resguarda del frío, depende de la conductividad calorífica, capacidad calorífica, aspereza de la superficie y capacidad para encerrar aire y otros gases. La lana, seda, fibras de proteínas y orlón son en este aspecto superiores a todas las demás fibras naturales y sintéticas. Otras propiedades térmicas importantes de los materiales fibrosos son el punto de adherencia, el punto de reblandecimiento o de fusión y la fragilidad en frío. Los puntos de adherencia de algodón, rayón viscosa, lana, seda, nylon y orlón están bastante por encima de 200º C y no provocan muchas dificultades en el planchado.

El punto de fusión de un buen polímero para la formación de fibras debe ser bastante superior a 300º C. La mayoría de las fibras, con la posible excepción del vinyon y el acetato de celulosa, son lo suficientemente flexibles a menos de 50 ºC.

*Propiedades eléctricas:* grado de aislamiento, propensión a electricidad estática.

*Propiedades superficiales:* comportamiento a la fricción (*pilling* y abrasión)

Hay textiles que con el uso diario desprenden una pequeñas motas o bolitas a este efecto indeseado se le llama *pilling*.

*Propiedades mecánicas:* comportamiento a tracción, a torsión y a flexión.

En el caso del algodón, la calidad se valora por sus propiedades físicas, tales como capacidad de hilado, resistencia a la rotura, elasticidad y la capacidad de torsión

## **PROPIEDADES DE SORCIÓN.**

*Humedad y agua.* Una propiedad importante de las fibras textiles es la absorción de agua, en equilibrio con la atmósfera de humedad relativa y una temperatura dada.

Algunos materiales como el nylon y el orlón tienen una afinidad bastante baja para el agua.

*Disolventes orgánicos:* hinchamiento y disolución.

Las fibras hechas de acetato de celulosa y de copolímeros de cloruro de vinilo con acetato de vinilo y acrilonitrilo (vinyon E y N, respectivamente) muestran excelente resistencia a los ácidos, las enzimas y los mohos y no ocasionan molestias en la piel, pero muchos disolventes orgánicos hacen que se hinchen o incluso los disuelven a temperaturas elevadas, son atacados por los álcalis y por el calor se debilitan y cambian de color.

*Colorantes. Propiedades tintóreas.*

Es deseable que las fibras sean fáciles de teñir, a temperaturas no muy elevadas, presenten buena solidez del color a diversos agentes, no sean tóxicos. Las fibras de nylon y orlón resisten muy bien los disolventes orgánicos normales y muestran muy buena resistencia en el uso al aire libre, pero son difíciles de teñir.

## **PROPIEDADES QUÍMICAS.**

Resistencia a tratamientos con ácidos, álcalis, etc.

Acción de la intemperie: luz solar, agua, temperatura.

Acción de insectos y microorganismos. Protegidos de las polillas e insectos que atacan a los tejidos.

Con la nanotecnología se han desarrollado en los tejidos nuevas propiedades. Algunos los llaman "*smart textiles*" los llamados textiles inteligentes.

## **ALGUNAS PROPIEDADES SOLICITADAS EN LOS NUEVOS TEXTILES SON:**

*Antimicrobianos:* no permiten desarrollar olor a transpiración, ni bacterias (fibra bambú)

*Antialergicos:* especial para personas con problemas de alergias.

*Anti- UV:* protectores solares

*Luminiscencia:* para seguridad. Brillan en la oscuridad.

*Reflectancia:* permiten mimetizarse en el medio exterior. Una especie de camuflaje.

*Autolimpiente:* impiden que penetren las manchas. Tejidos imitan superficie hoja de loto.

*Microencapsulado:* mantienen la temperatura corporal, tratamientos cutáneos, liberan fármacos.

*Materiales que respiran:* impermeables al agua pero que permiten la transpiración.

## SELECCIÓN DE FIBRAS SEGÚN SU FUNCIONALIDAD.

Se puede afirmar, en general, que una prenda es el resultado del equilibrio (o desequilibrio) entre tres funciones: la Pragmática, la Estética y la Representativa, tal y como se muestra en el siguiente esquema:

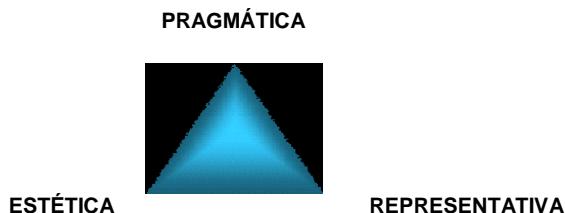


Fig. 1 Funciones básicas de una prenda de vestir.

### TEXTILES PARA INDUMENTARIA.

La función Pragmática o de adecuación al uso, que en las prendas de vestuario normal es de recubrimiento del cuerpo, y en la ropa laboral es, en múltiples situaciones, de algún tipo de protección del mismo. La función Estética es la de adorno o satisfacción del gusto personal (psico - estética) o colectivo (moda). La función Representativa va ligada a los aspectos del Individuo relativos a su estatus social o económico, o a los de la empresa que representa.

Dentro de la función pragmática y como requisito principal de todas las prendas es el Confort en todas sus interpretaciones físicas y psicológicas.

El Confort viene dado por la interacción entre el cuerpo con su propio microclima y con las prendas textiles que viste el usuario.

El Confort es una combinación de las siguientes propiedades:

**Psicológicas:** combinando la facilidad de ajuste u holgura, estética, durabilidad y conformidad con las tendencias de la moda.

**Sensoriales:** la sensación táctil que una prenda produce sobre la piel humana,

**Termo-fisiológicas:** suministrando confort a partir del mantenimiento de la temperatura del cuerpo y la expulsión de humedad cerca de sus niveles normales.

**En el caso de llevar varias prendas,** el confort viene determinado por la combinación de las propiedades de cada prenda individual. Las prendas que lleva una persona actúan como una barrera al calor y de pérdida de humedad. Consecuentemente, para prevenir un sobrecalentamiento del cuerpo, las prendas tienen que estar especialmente diseñadas para suministrar una termorregulación y una gestión de la humedad adecuadas.

**El Confort Psicológico** depende parcialmente de las preferencias del consumidor y de la conformidad de la prenda con la moda en curso. Este Confort es importante cuando una prenda se lleva durante actividades extenuantes. Otro requisito de éxito para el mercado en general, es la capacidad de la prenda de mantener su color y textura durante múltiples procesos de lavado y uso.

**El Confort Sensorial** de la prenda es la sensación táctil sentida por el cuerpo humano como resultado de llevar la prenda. Para ello, las prendas necesitan ser suaves y flexibles durante su uso; además, no deben rozar, irritar o aferrarse al cuerpo, especialmente con la humedad.

Este Confort puede mejorarse con el control del olor y con el uso de materiales resistentes a los rayos UV. Éste último es especialmente importante en las prendas para actividades al aire libre, donde existe un elevado nivel de exposición al sol. La no generación de cargas electrostáticas es también fundamental para el confort sensorial.

**El Confort Termo-fisiológico** se da cuando una persona está en equilibrio térmico con el ambiente, es decir, cuando la pérdida de calor del cuerpo equivale al generado por los procesos fisiológicos internos. Si la pérdida de calor es más rápida que su generación, la temperatura del cuerpo baja y aparece la sensación de frío y la hipotermia. Si por el contrario, se genera calor más rápidamente de lo que puede ser eliminado, la temperatura corporal aumenta, apareciendo la sensación de calor y el estrés que va asociado.

Cualquiera de las dos situaciones, sensación de frío o de calor, reduce la capacidad funcional del usuario, lo que puede llegar a tener consecuencias imprevisibles. Una prenda que aporte confort termo-fisiológico debe estar diseñada de manera que mantenga la temperatura del cuerpo (a través de la termorregulación) y la salida de humedad a niveles próximos de una variedad de condiciones normales.

Un sistema de prenda que ofrezca una buena termorregulación y gestión de la humedad contribuirá a la pérdida de calor cuando el usuario esté en plena actividad, pero proporcionará más aislamiento térmico cuando el usuario deje de sudar. En situaciones laborales, las prendas dinámicas pueden ofrecer ventajas, como el control de peso de la prenda, reduciendo la cantidad de sudor retenida en ella y reduciendo la posibilidad de irritación de la piel. El sudor atrapado cerca de la piel durante el ejercicio puede conllevar un incremento de la temperatura del cuerpo, que puede causar deshidratación y fatiga.

Las propiedades de aislamiento térmico de un tejido normalmente se pierden cuando éste empieza a humedecerse. Como consecuencia, el usuario pierde rápidamente calor. El humedecimiento puede producirse tanto en la parte exterior del tejido (lluvia) como en la interior (sudor). Durante actividades extenuantes, el tejido húmedo puede ayudar a enfriar la superficie caliente de la piel. Pero una vez la actividad y el exceso de calor producido se detienen, la pérdida de calor debe ser controlada. Un cuerpo húmedo se enfriá muy rápidamente y en casos extremos puede conllevar a una hipotermia.

A continuación se enumeran las principales características que pueden dar respuesta a las necesidades del consumidor, así como también las fibras adecuadas para ello.

**Baja absorción de agua y una buena evacuación de la humedad.** Las fibras a las que se les ha modificado su densidad y/o geometría, las micro fibras, las fibras de secciones especiales, las fibras huecas, las fibras de bambú, las fibras de proteína de leche, las fibras de maíz, las fibras que proceden de la celulosa y las fibras procedentes del alginato se consideran adecuadas para estas características.

**Buen aislamiento térmico.** Para esta función son adecuadas: las fibras huecas y las fibras que incorporan aditivos que favorecen la generación, almacenamiento y liberación de calor.

**Buena resistencia a la abrasión.** Las fibras de bambú y las fibras de maíz, entre otras, presentan buena resistencia a la abrasión.

**Buenas propiedades antiestáticas y disipadoras.** Las fibras electro-conductoras y las fibras metálicas son las que cumplen estos requisitos.

**Buenos efectos desodorantes.** Las fibras bio-activas, las fibras desodorantes, las fibras saludables y las fibras de bambú carbonizado favorecen la eliminación de olores molestos y garantizan un confort al usuario.

**Buen cayente.** Las fibras que pueden emplearse son: las fibras elásticas, las fibras a las que se les ha modificado su densidad y/o geometría, las fibras de secciones especiales, las fibras de alta estética, las fibras de bambú, las fibras derivadas de la quitina, las fibras de soja, y las fibras que proceden de la celulosa (p.e. viscosa, modal, etc.)

**Buena adaptación al cuerpo y libertad de movimientos.** Mejorando el confort del usuario. Las fibras más adecuadas son las fibras elásticas y las micro-fibras.

**Buena estabilidad dimensional.** Buena conservación/recuperación de la forma. Las fibras más adecuadas son las fibras elásticas, las fibras que proceden de la celulosa y las fibras procedentes del *alginato*.

**Buena resistencia a la formación de *pilling*.** Las fibras más adecuadas son las fibras de secciones especiales y las fibras que proceden de la celulosa.

**Buena resistencia a los rayos UV.** Las fibras que protegen de las radiaciones ultravioletas y las fibras de maíz son las más adecuadas.

**Buenas propiedades antibacterianas.** Las fibras que cumplen esta función son las fibras bio-activas, las fibras de bambú, las fibras derivadas de la quitina, las fibras de proteína de leche, las fibras de soja y las fibras de maíz.

**Tacto y textura agradable.** Las micro fibras, las fibras de secciones especiales, las fibras bicomponentes, las fibras de alta estética, las fibras a las que se les ha modificado su densidad y/o geometría, las fibras de algodón ecológico, las fibras de bambú, las fibras derivadas de la quitina, las fibras de soja y las fibras procedentes de la regeneración, son las principales fibras que pueden emplearse para cubrir estos aspectos.

**Tejidos ligeros.** Las micro fibras y las fibras huecas aportan esta característica.

**Aspecto elegante.** Las fibras de alta estética son las que mejor cumplen este requisito.

**Buena resistencia a los ácidos.** Las fibras con resistencia química son adecuadas para este requisito.

**Buen brillo.** Las fibras de alta estética, las fibras de secciones especiales, las fibras iridiscentes, las fibras a las que se les ha modificado su densidad y/o geometría y las fibras de soja aportan a las prendas un aspecto brillante.

**Buenas propiedades anti-estrés.** Las fibras que incorporan aditivos anti-estrés y las fibras que proceden de la celulosa son las que mejor cumplen esta función.

**Buen aislamiento acústico.** Las adecuadas para esta función son las nano-fibras y las fibras huecas.

**Buen comportamiento térmico y buena resistencia al fuego.** Las fibras con elevado comportamiento térmico son las que cumplen estos requisitos, por ejemplo alginatos y fibras con aditivos ignífugos.

**No absorción de polvo y suciedad.** Por su sección transversal especial las fibras de secciones especiales y las fibras huecas son las más adecuadas. Tratamientos con teflón, micro-estructuración superficial (tipo *hoja de loto*).

**Buena resistencia al corte ó cizalla.** Las fibras de alto módulo y las fibras resistentes al corte son las que cumplen esta función. Generalmente fibras sintéticas tipo poliamidas, poliimidas, aramidas, etc.

**Buena protección frente a ondas electromagnéticas.** Se emplean las fibras electro-conductoras.

**Liberación de fragancias.** Las fibras que incorporan micro-encapsulaciones de aromas y esencias se emplean para este fin.

**Protección contra insectos.** Las fibras que incorporan micro-cápsulas se emplean para este fin.

**Buena resiliencia.** Todas las fibras sintéticas y la lana.

**Efectos reflectantes.** Las fibras de secciones especiales y las fibras iridiscentes son las que mejor cumplen esta función.

## ÍNDICE

	Página
<b>1.- Fibras textiles. Aspectos generales .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Descripción de las fibras textiles de mayor relevancia .....</b>	<b>5</b>
2.1 Algodón .....	5
2.2 Lino .....	14
2.3 Ramio .....	16
2.4 El cáñamo .....	17
2.5 El yute .....	19
2.6 El sisal .....	20
2.15 Lana y pelos animales .....	26
2.16 Pelos animales finos .....	33
2.17 Otras fibras naturales y artificiales .....	36
2.18 Seda .....	39
2.19 Rayón (viscosa, cupro, modal). Celulosa regenerada .....	40
2.20 Fibras de acetato y triacetato .....	42
2.21 Fibras de poliamida (Nylon 6 ó 6.6) .....	44
2.22 Fibras de poliéster .....	47
2.23 Fibras acrílicas .....	49
2.24 Fibras de elastano.....	51
2.25 Kevlar y Nomex.....	53
2.26 Goretex.....	57

	Página
<b>Mezclas de fibras .....</b>	<b>60</b>
<b>3. Afinidad por la tintura y otros tratamientos químicos.....</b>	<b>65</b>
3.1 Clasificación de los colorantes .....	75
<b>4. Procesos para la elaboración de telas .....</b>	<b>77</b>
<b>5. El tejido y el telar .....</b>	<b>79</b>
<b>6. Características de las telas tejidas .....</b>	<b>80</b>
<b>7. Ligamentos básicos .....</b>	<b>82</b>
<b>8. Clasificación de las telas .....</b>	<b>86</b>
8.1 Los tejidos. Teoría de tejidos .....	88
8.2 Clasificación de los ligamentos .....	95
8.3 Análisis del Tejido. Parámetros básicos .....	104
8.4 Sistema de numeración de hilos .....	112
<b>9. Análisis y ensayos de control calidad de un textil .....</b>	<b>116</b>
<b>10. Solideces y normalización .....</b>	<b>120</b>
<b>11. Etiquetado de conservación.....</b>	<b>127</b>
<b>12. Identificación y cuantificación de fibras en un artículo textil... </b>	<b>130</b>
12.1 Características microscópicas generales de las fibras .....	134
12.2 Análisis cuantitativo de mezclas de fibras textiles .....	148

**Página**

<b>13. CORDELERÍA INDUSTRIAL. LAS CUERDAS, CABOS, SOGAS.....</b>	<b>197</b>
<b>14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / Enlaces Web .....</b>	<b>199</b>

**ANEXOS**

ANEXO I. MICROFOTOGRAFÍAS FIBRAS TEXTILES.

ANEXO II. ESPECTROS INFRARROJO FIBRAS SINTÉTICAS.

ANEXO III. FICHA CONTROL TEXTIL.

ANEXO IV. APARATO EXTRACCIÓN EN CALIENTE. MÉTODO Nº 15.

ANEXO V. NORMA ASTM D276. MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FIBRAS TEXTILES.

ANEXO VI. SÍMBOLOS NORMALIZADOS INTERNACIONALES DE CONSERVACIÓN Y CUIDADO PRENDAS TEXTILES.

ANEXO VII. *FORENSIC FIBRE MICROSCOPY*.

ANEXO VIII. DETECCIÓN DE DAÑOS EN TEXTILES. CONSERVACIÓN DE TEJIDOS ANTIGUOS. RESTAURACIÓN DE PATRIMONIO ARTÍSTICO.

ANEXO IX. TABLA DENSIDADES FIBRAS TEXTILES.

ANEXO X. COMPORTAMIENTO A LA LLAMA Y AL CALOR DE FIBRAS SINTÉTICAS.

ANEXO XI. TABLA SOLUBILIDADES FIBRAS TEXTILES.

ANEXO XII. TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE MANCHAS.

ANEXO XIII. PORCENTAJES CONVENCIONALES DE HUMEDAD D.O.U.E. 272/60

ANEXO XIV. *ROPE CONSTRUCTIONS*

ANEXO XV. DICCCIONARIO DE TÉRMINOS TEXTILES Y RELACIÓN DE ENSAYOS.

## **MANUAL de ANALISIS y CONTROL CALIDAD de FIBRAS TEXTILES, TEJIDOS y producto CONFECCIONADO.**

### **1.- Fibras textiles. Aspectos generales.**

Se denominan fibras textiles a las fibras naturales, artificiales y sintéticas que poseen un pequeño diámetro (micras) comparado con su longitud (cm, m), relativamente flexibles y macroscópicamente homogéneas, con las que se pueden obtener hilados, tejidos, mallas, cuerdas y otras manufacturas semejantes.

Estas fibras son en general muy cortas, de menos de 50 mm de largo, con espesores del orden de menos de 50 micras.

Antes de utilizar las fibras para fabricar los tejidos es necesario obtener de ellas hilos continuos de diámetro y torsión adecuada para la *URDIMBRE* (conjunto de hilos paralelos dispuestos en el sentido del largo del tejido ó situados enfrente del *telar* los hilos paralelos que vemos en sentido longitudinal) y la *TRAMA* (hilos que cruzan el tejido ó situados transversales a los de urdimbre tal como se observa frente al *telar*). Estos son los dos tipos fundamentales de hilos que entrecruzados con determinada *estructura* ó *ligamento* forman los distintos tipos de tejidos. Consultar norma UNE 40.161 “*Tejidos de calada: definiciones relativas a su estructura*” y UNE 40.017 “*Tejidos de calada. Notaciones empleadas en la representación de su estructura*”.

Los hilos se forman agrupando las fibras ordenadamente para que compongan una sección sensiblemente uniforme, y después, torciendo el conjunto para que aumente la fricción entre las fibras y conferirle de esta manera al hilo resistencia a la tracción entre otras propiedades.

Antiguamente esta operación se realizaba a mano, con el huso y la rueca, en la actualidad el *hilado* se realiza en máquinas hiladoras, en un proceso complejo, en el que por medio de estirajes y torsiones sucesivas, se obtienen hilos de diámetros y resistencias suficientemente uniformes [1]. Para una descripción de materias textiles, esquema morfológico, terminología y definiciones consultar norma UNE 40.388

En función de su origen, las fibras pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Fibras naturales, que se presentan como tales en la Naturaleza.
- Fibras sintéticas, que se preparan a través de los correspondientes procesos de transformación de polímeros en fibras.

Como ejemplos representativos del primer grupo de fibras podemos citar: lana, seda, pelos animales (alpaca, mohair, cachemir, angorina, etc.). De origen vegetal algodón, lino, ramio, cáñamo, sisal, yute, etc.

Como ejemplos de fibras químicas de polímero natural tendremos: caucho natural (elastodieno), celulosa regenerada (rayon), viscosa, crupo, modal, éster de celulosa (acetato de celulosa, triacetato de celulosa).

Para el caso de fibras químicas de polímero sintético las más representativas serían: derivados poivinílicos (acrílicas), poliamida (nylon), poliésteres, poliuretano segmentado (elastanos), poliolefinas.

Para una clasificación rigurosa y detallada consultar norma UNE 40.452 “Textiles. Nombres genéricos para las fibras naturales” y UNE 40.449 “Clasificación de las fibras textiles según su origen”.

Las fibras textiles convencionales poseen en común la característica de estar formadas por moléculas muy largas simulando eslabones de una cadena. Estas moléculas reciben el nombre de polímeros ó macromoléculas. Estos eslabones son todos iguales en los homopolímeros, mientras que los copolímeros tienen dos ó más tipos de eslabones. El número de eslabones de la cadena polimérica se conoce como grado de polimerización (PD); en otros casos la longitud de las cadenas viene determinada en función del Peso molecular promedio (MW). Las cadenas poliméricas se mantienen cohesionadas a lo largo de su longitud por fuerzas intermoleculares de diversa naturaleza:

- Puentes de hidrógeno (celulósicas, proteínas, poliamidas)
- Uniones heteropolares (clorofibras, acrílicas)
- Fuerzas de Van der Waals (polipropileno, polietileno)

En lo relativo a la morfología de las fibras conviene distinguir entre micro y macromorfología.

La macromorfología puede ser considerada como la morfología de las fibras vista por fuera, con ayuda de un microscopio óptico.

Como micromorfología podemos considerar aquellos aspectos de la fibra no apreciables al ojo humano ni al microscopio óptico.

Dentro del campo de la macromorfología estarían incluidas la finura de la fibra, la longitud de la fibra, aspecto de la superficie externa ó periférica, forma de la sección transversal, madurez en el caso de la fibra de algodón, grado de rizado, etc.

Como aspectos relacionados con la micromorfología pueden mencionarse forma de las cadenas moleculares, modo en el que se agrupan para formar una malla cristalina, las regiones cristalinas y amorfas de la fibra, así como las de orden intermedio, el grado de orden ó cristalinidad de la fibra, el grado de orientación de las macromoléculas, según el eje de la fibra, el grado de polimerización, etc.

En función del porcentaje de región cristalina frente a región amorfía las fibras presentarán distintas propiedades finales del tejido. Así las regiones cristalinas aportan a la fibra y por tanto al tejido resistencia a la tracción, estabilidad a la acción del calor, resistencia frente a disolventes. Por otra parte las regiones amorfas contribuyen a que la fibra sea flexible, de tacto más suave, fácilmente teñible y color perdurable, confortable al uso, etc.

Además de las propiedades mecánicas que se requieren en cualquier textil, las principales propiedades que entran en juego en el comportamiento general del tejido frente a los usos a que se destina son:

- a) La resiliencia a la compresión, o al estiraje ó tracción.
- b) La transmisión del calor y de electricidad (propensión a la electricidad estática).
- c) La permeabilidad al aire.
- d) Las propiedades de humedad y de capilaridad o inversamente.
- e) Las propiedades hidrófugas o de impermeabilidad al agua.
- f) La estabilidad dimensional en estado seco o en estado húmedo.
- g) La resistencia al plegado y el auto desarrugado.
- h) La resistencia a la abrasión y a la formación de *pilling*.
- i) Las propiedades de fieltrado.
- j) El comportamiento frente al engrase o la suciedad.
- k) El «tacto», la «caída», el «brillo».

Algunas de estas propiedades son mensurables, otras solamente perceptibles en una escala de calidad, variable según el observador. Además, casi todas las propiedades citadas son interdependientes, lo que a menudo complica el problema de su evaluación.

La resistencia de un tejido se caracteriza por el hecho de que, cuando un esfuerzo de presión se ejerce sobre el tejido, algunas fibras se desplazan; al cesar éste, las fibras vuelven a su posición inicial, y el tejido a su aspecto primitivo. La resiliencia pone en juego, principalmente las propiedades de las fibras, tales como el módulo inicial y la recuperación elástica instantánea, así como la deformación permanente. La geometría del tejido interviene ya que, para que la propiedad se manifieste, es necesario que las fibras tengan cierto grado de libertad. La resiliencia está en estrecha correlación con otras propiedades tales como el tacto, hinchamiento, la transmisión de calor, la inarrugabilidad; y actúa especialmente sobre la permanencia de estas propiedades. La mayoría de las fibras sintéticas dan tejidos de buena resiliencia comparable a la lana; por el contrario, las fibras artificiales que tienen una fuerte deformación permanente y un módulo inicial débil, proporcionan tejidos cuya resiliencia inicial se atenúa con el tiempo.

El tacto de un tejido es la impresión que se siente al tocarlo. La resiliencia interviene para dar la impresión de nervio, de suavidad a la compresión, de volumen, de calor. La forma de la superficie de las fibras da la impresión de dulzura, de ligereza, o por el contrario de rigidez, de rugosidad; si las fibras tienen un alto módulo inicial, son generalmente origen de fuertes tensiones internas que hacen el tacto áspero, duro, poco agradable. Los tratamientos de termofijado, disminuyen o anulan estas tensiones internas, mejorando a menudo el tacto de los artículos.

No se puede clasificar, pues, el valor respectivo de las distintas fibras frente a esta propiedad subjetiva, pero son también las sintéticas las que se prestarán mejor a la realización de un «tacto» determinado, gracias a la amplitud y a la multiplicidad de los tratamientos de acabado que podrán soportar.

La noción «*comfort*» de un artículo textil, está en relación con las propiedades de cambio térmico, de permeabilidad al aire o al vapor de agua, de la ligereza (para no implicar movimientos). Los cambios térmicos dependen de varios factores: conductibilidad térmica de las fibras que dependen de su estructura molecular; cantidad de aire encerrado, que depende de la densidad de fibras por unidad de volumen del tejido; fijado exotérmico del agua que depende de la *reprise* o tasa legal de humedad de la materia textil. Las fibras sintéticas, de débil recuperación, están menos favorecidas con respecto a esto, y es necesario paliar este inconveniente (en este caso) mediante la geometría de los artículos y el trabajo de los hilos que aumentan de volumen. La estructuración, según los distintos procedimientos que han sido señalados, ha permitido grandes progresos sobre el particular.

La permeabilidad al aire y al vapor de agua, es necesaria para permitir la refrigeración y *perspiración* ó transpiración de la piel. A continuación se indica un pequeño glosario relativo a propiedades de confort, protección y resistencia:

**Stretch:** Indica presencia de elasticidad en una prenda.

**GoreTex:** Sistema de prendas que utiliza tejidos laminados con membranas. Fueron los primeros en utilizar un sistema de sellado impermeable en las costuras. Actualmente hay otros sistemas que lo igualan o incluso superan, sin llegar a ser tan caros.

**Thermolite:** Fibra de filamento hueco que presenta poco peso y máximo aislamiento al frío. No hay nada que con el mismo peso mantenga tanto el calor como *el thermolite*. Se presenta en formato de guatas (para rellenos) y en formato de fibras para hacer prendas.

**Polar:** Prenda que utiliza tejidos de alta densidad con capacidad de retener un gran volumen de aire dentro del filamento, con lo que se consigue un buen aislamiento térmico.

**Soft Shell:** Sistema de tejidos polares con o sin membrana y con una elasticidad moderada.

**Membrana:** Fina película de poliuretano que se lamina dentro de otros dos tejidos. Las membranas pueden ser microporosas o capilares. Bloquean el viento y las moléculas líquidas dejando pasar un discreto volumen de moléculas gaseosas (perspiración).

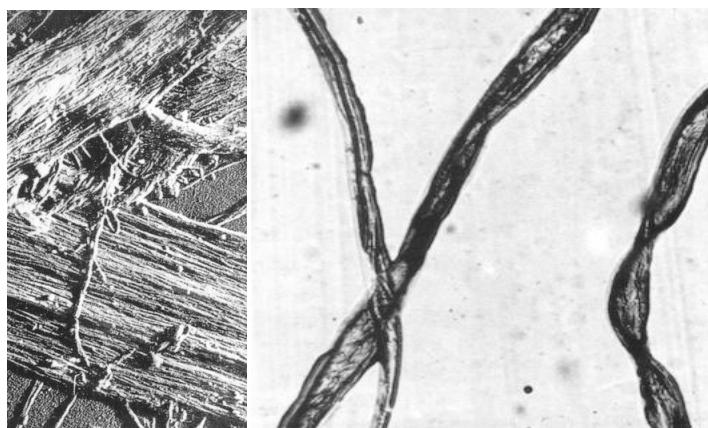
**Cordura:** Aramida modificada con estructura de poliamida que mediante un proceso de taslanización o texturizado especial produce en el hilo la aparición de una serie de cristales que son extremadamente resistentes al roce y a la abrasión, pero no es particularmente resistente a los cortes. Se le debe insertar un hilo de *kevlar* que incrementa notablemente la resistencia a los cortes y a la rotura.

## **2.- Descripción de las fibras textiles de mayor relevancia.**

### **2.1. Algodón.**

Las fibras de algodón proceden de la semilla del algodonero (*Gossypium*), del género de las malváceas. Los diferentes tipos de algodón cultivados son el *Gossypium hirsutum* (87%) o algodón americano, *Gossypium barbadense* (8%) o algodón egipcio y el *Gossypium herbaceum* (5%). Aproximadamente la mitad del tiempo necesario para el desarrollo de la fibra es ocupado en el crecimiento longitudinal y la otra mitad en el crecimiento interno (espesor). Mientras crece longitudinalmente, la fibra consiste en un tubo de paredes finas (pared primaria) ocupada por el protoplasma. La pared secundaria se forma a medida que aumente el espesor de la fibra al depositarse capas de celulosa desde el interior de la pared primaria. La pared secundaria no se desarrolla uniformemente en todas las fibras de una misma semilla. Según su espesor se distinguen:

- a) Fibras maduras, que se han desarrollado completamente y que presentan paredes gruesas y repliegues ó vueltas de torsión.
- b) Fibras inmaduras, cuya pared secundaria no se ha desarrollado totalmente. Su pared celular es fina.
- c) Fibras muertas, que han muerto antes de que se haya iniciado el desarrollo del crecimiento de la pared celular. Solo poseen pared primaria y después del secado se presentan como aplastadas.



Se trata de una importante propiedad que influye en el proceso de hilatura y acabado del textil por lo que es frecuente determinarla. Es posible evaluarla mediante la norma UNE 40141:2003. Los compradores suelen rechazar los algodones con paredes finas, pues las fibras correspondientes se rompen fácilmente y cuando están en cantidades excesivas conducen a una cantidad de desperdicios anormalmente grande en la planta de hilatura. El algodón inmaduro conduce también a un mayor número de "neps". Estos consisten en haces de fibras inmaduras irreversiblemente enmarañados en nudos apretados. Las fibras inmaduras, y sobre todo las muertas, son mucho más difíciles de teñir que las maduras.

Para información más detallada se puede consultar la norma **UNE 40141 "Textiles. Fibras de algodón. Evaluación de la madurez. Método por microscopio óptico".**

Veamos un poco más detalladamente los procedimientos para la determinación de la madurez del algodón y las consecuencias industriales que se derivan de su conocimiento. La célula del algodón tiene forma de un tubo cuyo perímetro medio es una característica de la variabilidad considerada. La pared del tubo (membrana) se llama pared primaria y tiene un espesor de 0,1 mm. En el segundo periodo de crecimiento de la fibra, el tubo se rellena por deposición de finas capas espirales de celulosa (pared secundaria). El protoplasma y la energía solar son los agentes productores de este crecimiento en espesor conocido generalmente como el "grado de madurez", el cual depende esencialmente de las condiciones ambientales de la planta en el segundo periodo de crecimiento. Durante el crecimiento la fibra cambia frecuentemente de dirección, esto origina una ondulación natural. Se considera en general que el periodo de maduración dura de 5 a 7 semanas.

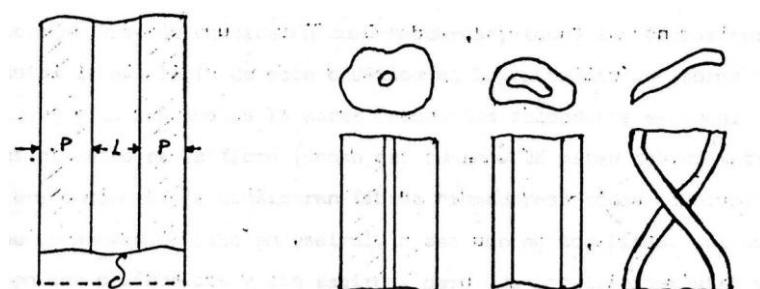
El grado de madurez de una fibra de algodón se identifica con el grueso de las paredes de la fibra, es decir el grueso de la pared celular secundaria respecto al diámetro de la fibra redondeada con una lejía. Se afirma en este caso que cuánto más gruesa es la pared celular secundaria para un mismo diámetro de fibra, más madura es la fibra o más elevado es su grado de madurez.

La madurez del algodón es una medida del grado de desarrollo de la pared celular, el cual se expresa como la relación entre el espesor de la pared ( $P$ ), canal interior ó lumen ( $L$ ) y la anchura de la fibra. El grado de madurez de una fibra de algodón se identifica con el grueso de las paredes de la fibra, es decir el grueso de la pared celular secundaria respecto al diámetro de una fibra redondeada e una disolución de NaOH ó lejía. Según este criterio tendríamos:

**FIBRAS MADURAS:**  $L \leq 2P$

**FIBRAS INMADURAS:**  $L > 2P$

**FIBRAS MUERTAS:**  $P < 2 \mu\text{m}$



Las cápsulas de algodón totalmente maduras y desarrolladas bajo condiciones favorables, contienen un número variable de fibras no maduras, en todo caso la proporción de ellas se puede situar en valores menores del 5%.

Se ha demostrado así mismo una estrecha relación entre el grado de madurez y la longitud de la molécula de celulosa en la pared secundaria. De tal manera que cuanto más larga es la molécula más madura es la fibra. En la determinación del grado de madurez de un conjunto de fibras mediante microscopía se distinguen generalmente las fibras maduras, las inmaduras, y en ocasiones cuando es posible las fibras muertas. No se dispone de una clara definición de cuando una fibra es madura o muerta.

El grado de madurez del algodón está entre las características más determinantes de la calidad de la fibra ya que en su procesado industrial tiene una importancia notable en la *hilabilidad* de las fibras, en el número de botones en el velo de carda, sobre las propiedades del hilado fabricado con el mismo, así como sobre la *tintabilidad* o capacidad de absorber colorantes. Cuando la fibra es madura todas estas características se optimizan.

A pesar de su importancia práctica, el grado de madurez no suele ser fácilmente encontrado ni conocido, al contrario que el **Indice micronaire** (finura de la fibra) y el **índice Pressley** (resistencia mecánica de la fibra) esto es debido a la dificultad de su determinación.

Veamos cómo se determina el grado de madurez o **Maturity index** en inglés. Los procedimientos y aparatos desarrollados para la determinación del grado de madurez del algodón se pueden clasificar en dos grupos:

- Determinación del grado de madurez de cada fibra, por microscopía óptica.
- Determinación del grado de madurez de un copo de algodón.

Clasificación de acuerdo a un estándar de clasificación nacional o internacional de grado de madurez. Suele ser un método muy tedioso ya que se toman muestras representativas de 2.500 a 3.000 fibras, se comparan bajo el microscopio unas 300 fibras de algodón con grados de madurez escalonados desde muy inmaduro hasta muy maduro. El ensayo se realiza en la vista longitudinal de la fibra en microscopio clasificándolas en 11 grupos.

#### **Valoración en función del efecto producido por lejía de sosa caustica.**

Se basa en hinchar la fibra con sosa caustica y en valorar posteriormente el espesor de las paredes de la fibra a través del microscopio. El empleo de luz polarizada ayuda a la discriminación de la madurez. Se utiliza un microscopio con luz polarizada con 250 a 300 aumentos y sosa caustica con concentración al 18% para hinchar la fibra. La preparación de la probeta se realiza con peines tipo Baer u otro aparato similar. Las fibras se cortan con un micrótomo a una distancia de 0,4 mm disociándolas con una aguja de destejer sobre un portaobjetos, procurando repartir la fibra sobre  $2\text{ cm}^2$ , se moja con 4 o 5 gotas de etanol 96°, se absorbe con papel de filtro el exceso y se cubre con cubre-objeto. Se deposita a lo largo de uno de los laterales del cubre-objetos unas gotas de disolución de sosa caustica al 18% se facilita la difusión a lo largo de la laminilla absorbiendo con papel filtro por el otro extremo.

Se examinarán en torno a 300 fibras con 250 aumentos con un movimiento de la platina móvil de arriba abajo y de izquierda a derecha con incrementos de 2 mm, tomando nota de los tres tipos de fibras.

El índice de inmadurez viene dado por la fórmula:  **$10N + 5T + D / 100$**

Donde: **N** son fibras maduras, **T** inmaduras y **D** fibras muertas, este índice varía de 1 a 10.

#### **Coeficiente de madurez o relación de madurez. Método británico. Método Shirley.**

Define como fibras muertas, aquellas fibras que una vez hinchadas, tienen un espesor de pared de 1/5 o menos de la anchura máxima de la fibra. Las fibras muertas tienen un aspecto variable que va desde cintas planas sin espiras y con una pared secundaria pequeña o inexistente, hasta el de formas muy retorcidas con una pared algo más desarrollada.

Fibras de pared delgada, se define como aquellas fibras que no entran ni en el grupo de las normales, ni en el de las muertas.

Fibras normales, son fibras que una vez hinchadas, se presentan como bastoncillos, con un lumen discontinuo o incluso no tienen. No tienen las espiras bien definidas.

Se calcula el porcentaje de fibras normales N y el de fibras muertas D para cada grupo de cinco porta-objetos (cada probeta de ensayo son grupos de 100 fibras dispuestas sobre cada porta-objetos). La relación de madurez se calcula aplicando la fórmula:

$$M = [(N - D)/200] + 0,70$$

#### **Relación de madurez. Método USA, norma ASTM.**

Difiere del anterior en que solamente hace dos clasificaciones:

Fibra madura: se consideran como maduras, todas las fibras que después de la acción de la lejía de sosa caustica al 18% presenta una forma cilíndrica sin espiras y en las cuales la pared celulósica secundaria es igual o mayor a  $\frac{1}{4}$  del diámetro de la fibra (ancho del lumen igual a la mitad del diámetro de la fibra).

Fibra inmadura: se consideran fibras “inmaduras” todas aquellas fibras hinchadas que presentan vueltas en espiral, es decir no son lisas, así como también fibras que son cilíndricas y sin espiras pero que son transparentes y cuyo espesor de pared es menor que el ancho del lumen.

El porcentaje varía de 0 % (todas las fibras inmaduras) a 100% toda la fibra madura.

$$\% M = \text{Nº de fibra madura} \times 100 / \text{Nº de fibra total}$$

## Clasificación del grado de madurez según Método UK y Método USA.

### Británico

Coeficientes	Clasificación
1,20	100% fibra madura
1,00	Óptima madurez
0,90	Media del algodón americano
0,80 e inferior	Algodón inmaduro
0,20	100% fibra muerta

### Americano

% madura	Clasificación
Mayor 84%	Muy maduro
77% a 84%	Maduro
68% a 76%	Medio
60% a 67%	Poco maduro
60% e inferior	Madurez muy baja

### Valoración según el color de la fibra iluminada en microscopio con luz polarizada.

Según sea el espesor de las paredes de las fibras de algodón, estas presentan bajo el microscopio de polarización distintos colores. En la vista longitudinal de las fibras presentan distintos colores: fibras maduras de pared gruesa desde tonos verdes hasta amarillos, fibras inmaduras de pared delgada tonos índigo hasta azul, fibras muertas presentan el color del fondo.

### Método mediante tinción.

Se tiñe la preparación de fibras con el colorante: **Violeta brillante Idanthren RK**, se observa bajo el microscopio. Este colorante tiñe menos la fibra inmadura que la madura y no tiñe la fibra muerta.

### **Determinación del grado de madurez en copos y manojos de fibras.**

Los más importantes desde el punto de vista industrial son el ensayo ***Micronaire*** y el ensayo ***Causticaire***.

Ensayo ***Micronaire***. Se basa en la medición de la resistencia al paso del aire, es un índice complejo y sin dimensiones que expresa la finura y el grado de madurez medios de la probeta que se ensaya. El procedimiento se basa en el hecho de que bajo las mismas condiciones, las fibras de algodón maduras oponen a una corriente de aire una menor resistencia (índice *micronaire* superior) que las fibras de algodón inmaduras. El índice *micronaire* ofrece al hilador valiosas indicaciones sobre los límites de la hilatura, el aspecto del hilado, la capacidad tintórea, en fin parámetros importantes para utilizar el algodón para la aplicación final.

En el ensayo ***causticaire***, se mide dos veces la misma probeta de algodón de un determinado peso en el aparato por corriente de aire: una vez en estado no tratado y otra vez después del tratamiento con lejía de sosa caustica al 18%. Con el tratamiento con la lejía la fibra de algodón se hincha según el espesor de la pared, oponiendo así una resistencia diferente a la corriente de aire. Las resistencias medidas antes y después del tratamiento se leen en la escala ***causticaire*** y obtenemos el grado de madurez como valor ó índice ***causticaire***.

### **Clasificación general de los algodones.**

Una clasificación muy general es la que se basa en la procedencia geográfica del algodón:

- Algodones americanos (USA, México)
- Algodones de Egipto (*Jumel*)
- Algodones de India y Pakistán
- Algodones del Oriente Medio (Turquía, Persia)

Una clasificación más ajustada a la realidad industrial es la que tiene en cuenta las características más importantes de la fibra, tales como grado de madurez, longitud, color, finura. Los criterios más importantes para la clasificación no instrumental son: la limpieza (grado), el color y la longitud. La limpieza depende de las condiciones de crecimiento y de los métodos de cosechado y desmotado. Su influencia es grande en la preparación para la hilatura. El color natural es un importante criterio de clasificación porque informa de los efectos de las plagas (tono amarillento) y de la intemperie o lluvias (tono gris). El blanco puro es el aspecto visual más apreciado. Una recolección poco cuidadosa y un almacenamiento en condiciones poco adecuadas son también el motivo de algunas coloraciones que disminuyen la calidad del algodón. La longitud de las fibras se determina manualmente como valores estadísticos promedio.

El algodón es una fibra natural celulósica. Contiene también otras sustancias naturales localizadas principalmente en la pared primaria. La cristalinidad del algodón se sitúa en torno al 70% y las micro-fibrillas de la pared secundaria, importante componente de la fibra, se disponen helicoidalmente según el eje longitudinal de la fibra.

Como características morfológicas más destacables las fibras de algodón son expansiones unicelulares de las células epidérmicas de la semilla. La sección transversal de las fibras de algodón maduro tiene forma de riñón o judía. En su visión longitudinal tienen forma de tubo microscópico, aparentemente retorcido y ligeramente aplastado (ver microfotografías). Son de color blanco, excepto algunas variedades de China, que son amarillentas y otras de Brasil y Perú, que son rosáceas. Su longitud es de 20 a 40 mm, su diámetro de 5 a 20 micras, su peso por fibra de 0,0028 a 0,0075 mg, su densidad es de 1,54 g/cm<sup>3</sup>.

El algodón posee una excelente resistencia a los álcalis y las soluciones alcalinas concentradas lo hinchan pero no lo atacan.

El científico inglés John Mercer (1.844), utilizó una tela de algodón para filtrar una disolución de hidróxido de sodio, notó que el aspecto del algodón cambiaba durante el proceso y demostró los efectos beneficiosos que experimentaba el tejido, proceso que se denominó mercerización del algodón. El mercerizado del algodón consiste en su tratamiento con una disolución concentrada de hidróxido sódico en ocasiones bajo tensión elástica. Al introducir un hilo de algodón en una disolución ligeramente concentrada de sosa caustica, la fibra se hincha, se vuelve translúcida y el hilo disminuye de un 20 a 30% de longitud debido a la formación de álcali celulosa, luego con el lavado se elimina la sosa, quedando un hidrato de celulosa. Se consigue un gran aumento de resistencia (10 al 30%) y elasticidad, es más higroscópico y aumenta la afinidad de la fibra por los colorantes substantivos. La fibra pasa a tener una sección transversal más circular a la vez que se hace más cilíndrica y pierde torsiones ó circunvoluciones. La mercerización conduce a una fibra más reactiva, con mayor tasa legal de humedad y mejor tintabilidad. El tacto del tejido es más suave, el brillo mayor, el rendimiento tintóreo aumenta, la resistencia mecánica se hace mayor y la elongación disminuye.

Para conseguir un hilo brillante es necesario lavar el hilo con una tensión suficiente para que este vuelva a su longitud inicial, o bien que el hilo antes de ser introducido en el baño de lejía se encuentre ya con cierta tensión a fin de que no pueda reducir su longitud. La fibra queda completamente cilíndrica, canal interior (lumen) muy reducido y la cutícula exterior lisa y muy brillante. El brillo es debido a la desaparición de las impurezas (polvo, grasas, aceites, materia cérea) y la forma cilíndrica que adquiere. Para obtener hilo de algodón mercerizado, se parte siempre de hilos a dos cabos, fabricado con algodón de fibra larga, fina y resistente, como la variedad *Yumel* y con torsión floja. El hilo debe someterse previamente a un chamuscado para eliminar la pelusilla y luego a un descrujado con sosa caustica. El mercerizado propiamente dicho se realiza sumergiendo el hilo durante algunos minutos en lejía de sosa caustica de 30 a 34º Be y a una temperatura entre 15 y 20ºC después del lavado y escurrido el hilo se pasa por disolución muy diluida de ácido sulfúrico para neutralizar. Sobre el algodón en rama no se hace el mercerizado, ya que no pudiendo someter a las fibras a la tensión requerida es imposible el tratamiento.

Otro parámetro de gran interés para conocer la calidad del algodón y prever la vida útil en servicio de un artículo textil con toda o parte de su composición de algodón es el **Grado de Polimerización (PD)** de las cadenas poliméricas de celulosa, valores por encima de 1.500 son considerados ideales, pero valores por debajo de 600 son considerados críticos para la duración de la prenda. El grado de polimerización disminuye sensiblemente con el número de lavados y sobre todo en función de la agresividad de los mismos: temperatura, tiempo, agitación mecánica, empleo de blanqueantes ó desinfectantes basados en lejías, etc.

Grado de Polimerización de la celulosa. El grado de polimerización *GP* (en inglés "Degree of polymerization), de una molécula de celulosa es el número de unidades de b - D (+) glucosa presentes en esta. Como la masa de la molécula de glucosa es 162, entonces  $162 \times GP$  da la masa molecular de la celulosa. La fibra de celulosa consiste en una mezcla de cadenas de celulosa de tamaño diferente. Por tanto al referirnos al grado de polimerización o masa molecular para una muestra, estamos refiriéndonos al valor medio.

$$GP = \frac{Mw \text{ de celulosa}}{Mw \text{ de una unidad de glucosa}}$$

La masa molecular de la celulosa varía ampliamente (50.000 – 2,5 millones), dependiendo del origen de la muestra. Como la celulosa es un polímero lineal con uniformidad en el tipo monómero y tipo enlace. El tamaño de las cadenas es usualmente especificado como grado de polimerización. El grado de polimerización de la celulosa se afecta cuando a la misma se le realizan tratamientos químicos tales como procesos de pulpeo químico, blanqueamiento, procesos de delignificación o separación mediante métodos químicos. El oxígeno atmosférico tiene influencia en la reducción del grado de polimerización cuando la cápsula algodón se expone al contacto con la atmósfera.

#### **Longitud de la cadena: polidispersión de la celulosa.**

Las propiedades de la celulosa como polímero se estudian en disolución, tales como CED o cardoxeno. La distribución de la masa molecular puede ser representada estadísticamente, donde la masa del polímero es planteada versus la longitud de la cadena. Las mediciones experimentales dan un valor promedio de la masa molecular y mediante algunos métodos también se pueden obtener la distribución de pesos moleculares. Para cualquier sistema polidisperso estos valores promedios difieren unos de otros dependiendo del método usado.

El número promedio de la masa molecular puede ser determinada por osmometría o por el número de grupos reductores. La masa molecular promedio **Mn** puede ser deducida por métodos físico – químico (*Lighth Scattering*).

Datos obtenidos por centrifugación dan los llamados valores **Mz**.

Finalmente **Mv** se refiere a la masa molecular calculada sobre los datos obtenidos mediante viscosímetria.

Para la celulosa la relación entre la masa molecular y el grado de polimerización DP es  $DP = M/162$ . La relación  $M_w/M_n$  es la medida de polidispersión correspondiente a la amplitud de distribución de masa molecular en el rango típico de los polímeros desde 1,5 – 2,0 hasta 20 – 50. Los datos obtenidos de la masa molecular de la celulosa, en el (estado nativo) son alrededor de 15.000 y las celulosas de madera exhiben valores de 10.000.

Estudios realizados han demostrado que la celulosa nativa en la pared secundaria de las plantas es monodispersa, conteniendo moléculas de un solo tamaño. En este caso el número y el peso promedio de las masa molecular es idéntico. La celulosa de la pared primaria y las hemicelulosas en solución se comportan como sistema polidispersos y en dependencia del lugar que ocupe en la pared celular puede comportarse como un sistema disperso o polidisperso.

Uno de métodos más empleado en la industria para la determinación de la masa molecular es **el método viscosimétrico**. La determinación de la viscosidad es práctica diaria de las fábricas de rayón, celofán, filmes, lacas, plásticos e industria de celulosa y papel, las cuáles mantienen un control riguroso de la calidad de sus productos. La viscosidad puede ser definida como la resistencia que un fluido presenta al movimiento interno de sus partículas. Las unidades son: *poise* y *centipoise*.

Las **ecuaciones de Staudinger** relacionan la masa molecular y el grado de polimerización con la viscosidad intrínseca.

$$(N) = Km \cdot PM. \quad Km \text{ y } Kp: \text{ constantes de Staudinger}$$

$$GP = Kp \cdot (N)$$

Para la determinación de la viscosidad la celulosa, se disuelve en solventes apropiados como:  $Cu(NH_3)_4(OH)_2$ ,  $Cu(en)_2(OH)_2$ ,  $Cd(en)_2(OH)_2$ ,  $Na_6Fe(C_4H_4O_6)_3$ .

### **Algodones modificados. Algodón hidrófilo.**

Este tipo de algodón se distingue del ordinario en que absorbe el agua con mucha más rapidez, debido a que está perfectamente desengrasado. La principal aplicación del algodón hidrófilo es la preparación de apósticos y como absorbente, en cirugía se emplea en grandes cantidades.

Con frecuencia el algodón se utiliza mezclado con fibras artificiales y sintéticas como viscosa, poliéster, acrílicas, poliuretanos, poliamidas, etc. El resultado final son prendas que mejoran en algunas características de uso y complementan al algodón.

## 2.2. Lino.



La fibra de lino se extrae del tallo de la planta de lino (*Linum usitatissimum*). Es la más importante de las fibras procedentes del tallo (liberianas) y la segunda en importancia de las fibras vegetales. Las zonas de plantación del lino se hallan localizadas principalmente en Europa, procediendo las mejores calidades de Bélgica y de los Países Bajos. Las características únicas y deseables del lino son su cuerpo, resistencia, haces de fibras gruesos y delgados que dan textura a las telas. Las principales desventajas son baja resiliencia y falta de elasticidad.

El lino es una fibra celulósica cuyas cadenas macromoleculares son extremadamente largas y su peso molecular medio del orden de 3.000.000, las cadenas celulósicas y las micro fibrillas se disponen paralelamente al eje longitudinal de la fibra de lino, de lo que se deriva una mayor tenacidad y módulo de tracción y una menor elongación que en el caso de la fibra de algodón, donde las micro fibrillas se disponen en forma helicoidal.

La fibra de lino no tiene dimensiones definidas de longitud y finura. Las fibras individuales tienen una longitud media de unos 25 mm (de 13 a 55 mm), una finura media de 20-25  $\mu\text{m}$  y una superficie lisa. Tal como se ha señalado se presentan agrupadas en haces fibrosos, los cuales nunca se disgregan por completo en fibras individuales. Así pues, tal como se usa, la fibra de lino está formada por muchas fibras primarias. Por su parte estas poseen una forma poligonal, con extremos redondeados y un lumen central. Los haces de fibras tienen una longitud de 40-70 cm cuando se trata de fibra larga y peinada y de 20-35 cm cuando se trata de estopa. Las fibras de lino son generalmente de color blanco, el más apreciado, pero hay variedades de muchos colores, desde el gris oscuro al verde amarillento.

Las fibras de lino se pueden identificar fácilmente al microscopio por la presencia de señales transversales a lo largo de su longitud que se conocen como nodos ó juntas. Las fibras aparecen algo hinchadas en los nodos, asemejándose en cierto modo a una caña de maíz.

El lino crudo tiene una densidad de  $1,48 \text{ g/cm}^3$ . Cuando la maceración ha tenido lugar por acción del rocío, el lino tiene un color grisáceo (ceniza) y amarillento cuando se ha enriado en agua. Cuanto más clara es la fibra mayor es el valor del lino. El lino es una fibra mate, pero un calandrado comunica un aspecto sedoso a la superficie lisa de la fibra. También se aumenta el brillo golpeando los tejidos con mazos de madera, proceso que recibe el nombre de batanado.

El lino es una fibra con alta resistencia a la tracción con una tenacidad en seco de 18-63 cN/tex y de 23-81 cN/tex en húmedo. Como sucede con el algodón, la fibra de lino es un 20% más fuerte en húmedo que en seco. Se trata de una fibra poco elástica y muy rígida, y cuando se la dobla tiende a arrugarse y si se repite un número grande de veces el proceso de doblado tiende a romperse.

El lino es un buen conductor del calor y es frío al tacto, de modo que los tejidos de lino producen una sensación refrescante por lo que es muy usado en verano y en climas tropicales. Suele ir frecuentemente mezclado con algodón.

La tasa legal de humedad del lino es del 12%, bastante mayor que la del algodón (8%). Cuando la humedad relativa es del 100%, el lino absorbe el 22% de humedad y el agua es absorbida y liberada con gran rapidez, por esta cualidad es una fibra muy adecuada para paños para secar.

Las propiedades químicas del lino son similares a las del algodón. Resiste bien los álcalis y los disolventes orgánicos, y también los ácidos diluidos. Es resistente a insectos y microorganismos.

Las fibras finas y de longitud regular de lino son hiladas en hilos para textiles. Más del 70% del lino va a la manufactura de ropa, en donde es valorado por su excepcional frescura en climas cálidos - el legendario traje de lino es un símbolo de la fresca elegancia del verano.

La tela de lino mantiene un nicho tradicional fuerte entre los textiles de alta calidad para el hogar: ropa de cama, mantelería, tapicería, y accesorios para decoración interior. Las fibras más cortas de lino producen hilos más pesados utilizables en toallas de cocina, velas, tiendas y lonas. Fibras de menor grado son empleadas como refuerzo y relleno de compuestos termoplásticos y resinas termoestables usadas en sustratos interiores de automóviles, muebles y otros productos de consumo.

Los productores líderes de lino son Francia, Bélgica, y los Países Bajos. Otros productores significativos son China, la República de Belarús (Bielorusía) y la Federación Rusa. El área total dedicada al cultivo de **lino** para fibra está estimada en alrededor de 120.000 hectáreas en Europa y unas 320.000 hectáreas en el resto del mundo.



### 2.3. Ramio.



El ramio es una planta que se cultiva principalmente en Asia oriental (China y Corea) y en USA (California y Florida). Las fibras de ramio se extraen de los tallos de las plantas del mismo nombre. Sus fibras tienen una longitud de 5 a 15 cm con un diámetro que varía de 25 a 75 micras. La fibra de ramio es blanca, con un lustre de seda y es una de las fibras naturales más fuertes, parecida al lino en su capacidad de absorción y en su densidad. Pertenece a la familia de las fibras vegetales, y concretamente de las urticáceas (*Boehmeria nivea*), por tener sus hojas un vello blanco nacarado en la parte posterior, siendo originaria de la China. Los ingleses la conocen como *China-gras*.

Es una fibra de tallo que se cultiva a nivel mundial en climas tropicales y subtropicales. La fibra presenta una alta resistencia a la tracción y es imputrescible. La planta de ramio alcanza hasta los 2 metros de altura pudiéndose segar. La fibra de ramio es la fibra natural conocida más larga (hasta 6 mm), con una resistencia muy elevada y un alargamiento a la rotura muy alto. Se trata de una fibra hueca larga, delgada y muy flexible, con una estructura especial y con un grado de polimerización más elevado que las restantes fibras de tallo.

Gracias a su finura (7 den. o diámetro 25 micras) se pueden elaborar hilados muy finos. La planta de ramio está formada por un 96% de alfa-celulosa, un 2,9% de beta y gamma-celulosa y un 1,1% de lignina y cera. Solo un 3 a 5% de la planta produce la fibra propiamente dicha para aplicaciones textiles. El resto se utiliza como pienso animal o fertilizante.

Cuando se observa al microscopio, el ramio es muy similar al lino. Su color es blanco puro. La tasa legal de humedad es del 8,5% y del 35% el agua retenida por imbibición. Su densidad oscila entre 1,51 y 1,55 g/cm<sup>3</sup>.

Es una de las fibras más fuerte que se conoce y su resistencia aumenta al mojarse. Tiene un lustre semejante a la seda. El ramio tiene muy alta resistencia a la putrefacción, mohos y otros organismos.

Tiene ciertas desventajas, es rígido y quebradizo, debido a la alta cristalinidad de su estructura molecular. En consecuencia, carece de resiliencia y su elasticidad es baja. El ramio rompe cuando se dobla repetidamente por el mismo sitio.

Se utiliza mezclado con algodón ó lino para trajes, camisas, suéter de verano, etc. Las telas 100% ramio son livianas y sedosas, similares en apariencia al lino. El traje tradicional coreano, el *hanbok* de ramio, es renombrado por su finura.

## 2.4. El cáñamo.



La fibra de cáñamo se obtiene del tallo de la especie *Cannabis sativa sativa*, de la familia de las *urticáceas* y es una de las especies cultivadas más antiguas, hacia 2.700 a.C. en China. Actualmente ha perdido importancia como fibra textil pero tiene amplio uso en cordelería y aplicaciones diversas.

**Descripción y características:** Fibra que procede del líber de la planta *Cannabis sativa L.* Crece fácilmente hasta una altura de 4,5 metros sin agroquímicos y captura grandes cantidades de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El cáñamo es casi un 70% de celulosa y contiene bajos niveles de lignina (8 a 10%). El diámetro de la fibra está entre 16 y 50 micras y su longitud media es de 35 mm a 40 mm.

Las fibras de cáñamo son de color y forma parecida a las de lino, aunque más bastas, más largas y mucho más resistentes. Se diferencian también en que la extremidad de las fibras de lino es puntiaguda, y las de cáñamo son redondeadas. Según otras fuentes su longitud media es de 28 mm, con una variación de 8 a 55 mm. Su diámetro máximo es de 60 micras, medio de 35 micras y el mínimo entorno a 7 micras. Su densidad aparente es de 0,85 a 1,0 g/cm<sup>3</sup>.

Químicamente la composición de las fibras de cáñamo es del 86% celulosa, 6% lignina y 8% de pectinas, ceras y hemicelulosa.

Se trata de una planta anual dioica (hay plantas masculinas y femeninas) de 2 a 3 metros de altura que se cultiva preferentemente en climas templados, como los de la costa mediterránea de España, Italia y Francia en Europa.

Históricamente tuvo su cultivo interés en otras zonas de España como las provincias de Segovia y Soria. En estas zonas se sembraba en tierras pequeñas, llamadas cañamones, cuando se secaban los cañamones se cortaban y recolectaban en haces que se ponían en eras y una vez deshechos se dejaban secar de nuevo, se restregaban sobre un trillo vuelto y de nuevo se recogían en haces para llevar al río a sumergir bajo piedras para eliminar la parte puposa de la planta, blanquearla y quedasen las fibras de lino, este proceso llevaba entre 10 y 15 días. Pasada esta operación se ponían los haces extendidos a secar de nuevo al sol. Una vez seco había que *tastagarlo* o machacarlo esto se realizaba con un instrumento llamado *tastagadera o agramadera*. Esencialmente este instrumento consistía en una acanaladura de madera con una lengüeta y una machacadera superior que golpeaba la fibra sobre la lengüeta, podían tener más canales y más lengüetas.

Para conseguir fibras más finas se utilizaba otro instrumento que se llama espada o espadilla. Con objeto de separar las fibras de distinto espesor se rastrillaba o escardaba con peines y cardas. Posteriormente se lavaba y blanqueaba de nuevo y ya se hilaba. Finalmente con las fibras finas se confeccionaban sábanas y camisas y los hilados más gruesos para mantones, serones, etc.

Desde un punto de vista industrial la extracción de las fibras de cáñamo se realiza de una manera muy similar a las del lino, por enriado o maceración natural o artificial por medio de cultivo de microbios macerantes como el *bacilo Fersinus*, que se introduce en agua mantenida de 25°C a 38°C de temperatura. Después se realiza el agramado, consiste en romper los tallos longitudinalmente, separando los fragmentos leñosos; se realiza con agramadoras mecánicas. Finalmente se realiza el rastrillado o peinado para aislar las fibras elementales; esta operación se realiza por medio de rastrilladoras mecánicas.

**Ventajas:**

Protector de los rayos ultravioleta. Bactericida y fungicida, evita el mal olor.

Confortable como el lino pero caliente en invierno y fresco en verano.

Fibra muy resistente térmica y mecánicamente. Bajo consumo de agua respecto al algodón y sin necesidad de pesticidas.

**Inconvenientes:**

Tacto áspero. Poca producción en el momento actual, pero va en aumento.

La reintroducción del cáñamo como cultivo legal es un proceso lento, y el sector del cáñamo debe crecer con cuidado para garantizar la armonización de la oferta y la demanda.

Como se ha comentado el cáñamo se emplea para la fabricación de telas bastas, para cortinas, sacos, telas de embalaje, arpillerías y sobre todo para cordelería y material de refuerzo. Las investigaciones recientes para la “*algodonización*” de la fibra de cáñamo podrían suponer un retorno de esta fibra al mercado de la confección de moda de alta calidad.

## 2.5. El yute.



La fibra de yute se extrae de los tallos de la planta del mismo nombre, de la familia de las *tiliáceas*, que en su desarrollo llega a alcanzar de 2 a 3 metros de altura. La especie *Corchorum capsularis* es blanca y la *Corchorum olitorius* es roja. Ambas se cultivan en la India.

La fibra de yute más empleada es la variedad blanca, que oscurece con el tiempo. Se presenta en haces muy significados de fibras elementales aun después del rastillado. Las fibras elementales son de sección poligonal, de un grueso aproximado máximo de 30 micras, medio de 24 micras y mínimo de 12 micras. Su longitud oscila alrededor de 2 mm, es decir son muy cortas. Su densidad aparente es de 0,85 g/cm<sup>3</sup>.

Descripción y características: el yute es extraído de la corteza de la planta de yute blanco, *Corchorus capsularis* y en menor cantidad del yute rojo (*C. olitorius*). Éste florece en áreas de tierras bajas tropicales con una humedad del 60% al 90%. Los rendimientos son de cerca de 2 toneladas de yute seco por hectárea. Llamada la "fibra dorada", el yute es larga, suave y brillante, con una longitud de 1 a 4 metros y un diámetro de entre 17 a 20 micrómetros.

Es una de las fibras naturales vegetales más fuertes (alta resistencia a la tracción) aunque frágil. Sólo está en segundo lugar con el algodón, en términos de cantidad de producción.

El yute tiene propiedades altamente aislantes y antiestáticas, moderadas reabsorción de humedad y baja conductividad térmica.

En cuanto a su composición química contiene del 64 al 78% de celulosa, del 11 al 14% de lignina, del 10 al 12% de pentosas y en torno a 0,3% de ceras.

El macerado de los tallos se realiza en estanque o ríos próximos a la zona de cultivo y allí mismo se realiza el descortezado y desfibrilado inicial. Después la hilaza se exporta en balas y en las fábricas de hilados y cordelería se realiza el resto de operaciones.

Esta fibra resiste mal el calor y la humedad, ya que en estas condiciones la atacan los microorganismos. Se emplea para fabricación de sacos, telas bastas y arpillerías, material de soporte en alfombras, nuevos usos como material de refuerzo.

### Ventajas:

Su gran producción mundial. 100% biodegradable y recuperable. Debido a su biodegradabilidad es apto para contenedores de árboles jóvenes que pueden ser plantados directamente sin retirarlos de las raíces. Además, de esta forma, se garantiza que el suelo de las plantaciones de Yute esté protegido contra la erosión. Beneficioso para el medio ambiente por su contribución a la disminución del CO<sub>2</sub>.

Ventajas en textiles para el hogar y decoración, respecto al algodón, debido a su resistencia, durabilidad y protección UV, aislamiento térmico y sonoro, así como su propiedad antiestática. Se utiliza habitualmente en combinación con el algodón, pero también sólo. La más barata de las fibras bastas.

**Inconvenientes:** En ámbito textil, su bajo cayente y elevada rigidez hacen que a menudo se deba usar mezclado con otras fibras. Tendencia al amarilleo en contacto con la luz solar. Tendencia a la pérdida de fibras y su fragilidad. Para evitarlo se pueden realizar determinados tratamientos enzimáticos .Pérdida de resistencia y susceptible a los ataques microbianos con la humedad.

## 2.6. El sisal.



La fibra de sisal debe su nombre al pequeño puerto de Sisal (Yucatán), por donde se exporta. Se extrae de las hojas de una planta del género *Agave*, familia de las amarilidáceas, siendo la más conocida la *Agave sisalina*. Se trata de una planta de hojas carnosas y gruesas de una longitud de 0,50 a 2,0 metros que termina en fuertes agujones y a veces lleva también espinas en sus bordes laterales.

La fibra de sisal se obtiene del Agave sisalana, nativo de México. La robusta planta crece bien en una variedad de climas calientes, incluyendo áreas secas no utilizables para otros cultivos.

Después de la cosecha, sus hojas se cortan y aplastan para separar la pulpa de las fibras.

Brillante y de un blanco cremoso, la fibra de sisal mide cerca de 1 metro de longitud, con un diámetro de 200 a 400 micrómetros. Es una fibra basta, dura e inadecuada para textiles o telas.

Pero es fuerte, durable y extensible, no absorbe humedad fácilmente, resiste el deterioro del agua salada, y tiene una textura superficial fina que acepta una amplia gama de teñidos.

Se cultiva principalmente en México, en terrenos áridos, pues no necesita ningún riego, bastando el rocío que se deposita sobre sus hojas que desliza hacia las raíces.

En su constitución química contiene un 75% de celulosa, 6,5% de lignina y 15 a 18% de pentosas. Su densidad aparente es de 0,7 g/cm<sup>3</sup>.

La extracción de la fibra hoy en día se ha mecanizado, originariamente comprendía las operaciones de magullamiento, batido, raspado y rastrillado, hasta aislar la fibra.

La fibra de sisal a igualdad de peso, es más fuerte que la de cáñamo. Se empleaba para la confección de telas bastas como sacos, embalaje, esteras, cepillos. Hoy en día su principal aplicación es en cordelería industrial, alfombras y material de refuerzo.

Esta fibra es demasiado burda para el vestido y la tapicería, por lo que en nuevas aplicaciones está sustituyendo al asbestos y a la fibra de vidrio en muchos materiales compuestos.

## 2.7. La rafia.



Fibra obtenida de la hoja de la palmera *Raphia farinifera*. La rafia vegetal se produce en palmeras africanas, americanas y también se obtiene de alguna especie herbácea. La palmera africana de rafia es la especie que tiene las hojas más grandes de las que se extrae la fibra.

La rafia es una fibra tenaz y gruesa, usada en la industria del cordado, como materia prima, en sustitución del yute. Muestra una estructura en forma de nido de abeja, lo que le confiere resistencia a las deformaciones.

En tiempos recientes esta fibra, particularmente tratada, queda con un aspecto lúcido, rígido, ligero y resistente, utilizándose para confeccionar bolsas, sombreros, esteras, capelinas, tapices y muchos objetos hogareños de decoración.

## 2.8. Kapok o miraguano.



Fibra también llamada miraguano, obtenida de la semilla del árbol de la especie *Ceiba pentandra*. En ocasiones se denominó *lana vegetal*. Es un árbol de zonas intertropicales, especialmente de Guatemala, que en estado adulto produce varios cientos de cápsulas de semillas de unos 15 cm. Las vainas o cápsulas contienen semillas que se encuentran rodeadas por la fibra, amarillenta y mullida, que es una mezcla de lignina y de celulosa.

Las características de este material algodonoso se deben a su composición química, está constituido en un 65% de celulosa y hemicelulosa, otorgándole las características de impermeabilidad y elasticidad.

En el agua tiene la capacidad de aguantar 30 veces su peso (el corcho sólo el triple), por lo que es tan apetecido como material aislante y de relleno para chalecos salvavidas y flotadores.

## 2.9. El esparto.



La fibra de esparto se extrae de la hoja de la *Stipa tenacísima*, que es una planta esteparia que se desarrolla principalmente en España y toda la costa sur del Mediterráneo. Las hojas de esparto llegan a alcanzar longitudes de 1 metro y 4 a 5 mm de anchura. Los filamentos de esparto están formados por fibras elementales muy cortas de 1 a 2 mm de longitud y 8 a 13 micras de espesor, agrupadas fuertemente y muy difíciles de separar. España tiene una alta producción de esta fibra, ampliamente utilizada en cestería, cepillos, estropajos, esterillas, suelas de calzado, y sobre todo en la industria papelera.

## 2.10 El cáñamo de Manila o abacá.



La fibra conocida como cáñamo de Manila o abacá se extrae de las hojas de la *Musa textilis*, que es una gran planta de la familia de las musáceas, que se cultiva principalmente en Filipinas y se exportaba por el puerto de Manila. La fibra, constituida por celulosa fuertemente lignificada, es unicelular.

Las fibras de esta planta están formadas por haces indivisibles de fibras elementales con una longitud de 2 a 4 metros y diámetros de 5 a 30 micras. Según se extraigan las fibras de la cara interna, media o externa, las fibras son más o menos gruesas. Su color varía del amarillo al pardo.

La resistencia del cáñamo de Manila es parecida a la del cáñamo común, pero es mucho más resistente a la humedad, ya que es inalterable incluso en atmósferas marinas.

Durante mucho tiempo se empleó en las jarcias de los barcos hoy puede sustituir a la fibra de vidrio en muchas aplicaciones.

**Descripción y características:** El abacá (*Musa textilis*) es una planta herbácea de gran porte, de la familia de las musáceas, nativa de las Filipinas. Su altura suele ser de seis metros y crece en lugares cálidos, muy lluviosos. Es bastante parecida al plátano. Su fibra le confiere una especial valía económica, por su utilidad para la industria textil. A partir del tercer año, la planta comienza a producir una fibra larga (de más de 3m), procedente de la hoja, conocida como cáñamo de Manila. Es muy apreciada por su gran resistencia y durabilidad. Se compone principalmente de celulosa, lignina y pectina.

**Ventajas:**

Excelente materia prima para fabricar filtros para maquinaria, textiles para hospitales y cables de conducción eléctrica, entre otros 200 diferentes productos.

Buen sustituto para la fibra de vidrio en *composites*. Alternativa a los materiales sintéticos para fabricación de redes de pesca, especialmente, cuando las leyes internacionales presionan para el cambio a las materias tradicionales. Posibilidades crecientes de uso en el campo de la moda, en combinación con otras fibras naturales como la fibra de piña, tal como se viene mostrando anualmente en la *Philippines Fashion Week*.

**Inconvenientes:**

Falta de fibras de calidad y baja productividad debido en parte al uso de mezcla de variedades, problemas de control de plagas y uso de prácticas de cultivo anticuadas. Ello se debe a la limitada capacidad de inversión de los productores. Deficiencias organizativas e informativas sobre tecnologías de producción para el valor añadido.

Alternativas/Sustitutivas: El sisal es el gran competidor del abacá por tener usos y propiedades casi idénticos. Perspectivas Futuras: Como en todas las fibras naturales basta la clave de futuro está en la apuesta por la investigación en tecnología para los cultivos y para los procedimientos extractivos de la fibra. A parte de su uso textil, el abacá, junto con la mayoría de estas fibras va a jugar un papel clave tanto en el campo de la industria papelera como en el de los *composites*.

## 2.11 El formio o lino de Nueva Zelanda.

El formio o lino de Nueva Zelanda (*Phormium tenax*) es una planta herbácea vivaz de la familia *Xanthorrhaceae* y origen en Nueva Zelanda. Su uso se centraba fundamentalmente en cordelería industrial, telas basta para sacos, arpillerías, etc.

## 2.12 Kenaf.

Planta tropical de la familia de las malváceas. Se obtiene de los tallos de *Hibiscus cannabinus*; también se conoce como cáñamo de Guinea. Es una planta originaria de África occidental. Puede crecer hasta 3 metros de altura y proporciona una fibra basta más fuerte que el yute. Se usa para producir cuerdas, cordones y sacos.

## 2.13 Fibra de coco o bonote.



Las fibras de coco o bonote, se obtienen de los filamentos que envuelven los frutos del *Cocos nucifera*. Tienen una longitud media de 0,5 mm y un diámetro medio de 15 micras, estando constituidas por celulosa fuertemente lignificada. Se extrae de la cáscara del coco y se usa para fabricar sogas, colchones, cepillos, geotextiles, soporte de alfombras y asientos para automóvil.

**Descripción y características;** La fibra de coco se obtiene del fruto del cocotero (*Cocos Nucifera*), originario de las islas del Océano Pacífico. Su uso tradicional ha sido la fabricación de cordajes, siendo la primera fibra dura usada por los fabricantes de cuerdas europeos.

El proceso de extracción tradicional se realiza mediante el triturado de la cascara del coco y su posterior remojo en baños de *Retting* durante un mínimo de 72 horas para facilitar la penetración del agua y la parcial acción de bacterias descomponedoras. Después las fibras se extraen mediante una máquina especial (*drums*). No obstante también se pueden utilizar métodos de extracción en seco de tipo mecánico y se considera que es el método más eficiente en la actualidad. Hay tres tipos de fibra: tipo de hilo o esteras (más larga), fibra de cerda (más tosca) y tipo fibra de colchón (mucho más corta). La primera es la fibra blanca que se obtiene de cocos verdes y las otras dos son fibras coloreadas que se obtienen de cocos maduros. Los grados vienen determinados por tres cualidades: resistencia, limpieza y color.

**Ventajas:** son las derivadas de su uso técnico. Resistente a la humedad. No atacable por roedores o termitas. Imputrescible, no produce hongos. Propiedades en aislamiento acústico (Reducción de ruidos aéreos: 47 dB (en media)). Comportamiento al fuego: Clase B.

**Inconvenientes:** ausencia de productos innovadores que utilicen la fibra. Industria relacionada con poca tendencia al desarrollo y diversificación de producto. También se deberían mejorar y adaptar las tecnologías de proceso. En general, las fibras naturales, requieren un alto coste en transporte y almacenaje, tienen mercados pequeños y hay cierta incertidumbre respecto al suministro, pues muchas veces depende de la calidad de los cultivos, las cosechas y las condiciones climáticas. A no ser que se encuentren nuevas aplicaciones y productos innovadores la fibra de coco estará lejos de ser competitiva.

## 2.14. La fibra de pita.



Se conoce como pita, a la fibra obtenida de los tallos de las hojas de una planta silvestre (*Aechmea magdalena*) que crece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 650 m.s.n.m. Desde siempre ha tenido un amplio uso en cordelería.

Geográficamente la planta de pita se encuentra en las selvas húmedas tropicales del sureste mexicano (sur de Veracruz, costas de Tabasco, Campeche y Chiapas, en Oaxaca, el Istmo de Tehuantepec, Chimalapas y la región de la Chinantla; así como en el litoral del Pacífico en los estados de Guerrero, Michoacán y Nayarit), en Centroamérica y en el noreste de Sudamérica (Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador). México es el centro de origen de la familia *Agavaceae* (Pita). Su uso se remonta a la época de los mayas, cuando los pueblos indígenas encontraron en esta maravillosa planta una fuente abastecedora de materia prima para elaborar cientos de productos, que se han transformado a lo largo de la historia. En la época de la conquista, los españoles trajeron consigo distintas variedades de *Pita*. El primer dato de esta planta en Europa fue documentado en el año 1576, en Valencia. A día de hoy, ya naturalizada, esta planta se ha convertido en una seña de identidad en Almería. Los antiguos mayas fueron los primeros en utilizar las Pitas, aprovechando sus fibras naturales (el sisal). Desde Yucatán (Méjico) se extendieron por todo el mundo a partir del siglo XVI, pero no fue hasta el siglo XIX cuando su explotación adquirió gran importancia a nivel mundial. Entonces fue cuando comenzó la época dorada de sus fibras, pero en los años 30 del siglo XX perdieron su importancia con la introducción de fibras sintéticas.

Después de la caída de la industria del sisal, sus usos fueron experimentados en Almería, cultivando unas 400 hectáreas. Llegaron a construir fábricas para la extracción de fibras, que se utilizaron para hacer cuerdas de barco y papel. Una de esas fábricas actualmente está en proceso de rehabilitación para convertirla en museo.

En numerosos países de África, Asia y Sudamérica, donde el agua cada día es un recurso más limitado, se han creado y están creciendo modelos de industrias sostenibles, en beneficio de los pequeños agricultores. Millones de familias vuelven a aprovechar *la pita*, que se ha convertido en un instrumento de trabajo, promoviendo el desarrollo económico de estas zonas. Energía renovable, plástico orgánico, inulina, tablas de surf y fundas de coches son ejemplos de nuevas aplicaciones de *la pita*.

## 2.15. Lana y pelos animales.



La lana se describe como el pelo de la oveja (*Ovis aries*). Tanto desde un punto de vista químico como morfológicamente es extraordinariamente compleja. Como principales propiedades finales de la lana se pueden citar la facilidad con la que puede ajustarse a una forma determinada por aplicación de calor y de humedad; capacidad de absorber la humedad en forma de vapor sin que produzca sensación de mojado, protección del calor y del frío, repelencia inicial al agua, efecto retardador sobre la llama, etc.

Existen más de 200 razas de ovejas y de ellas unas 30 mejoradas, con la intervención de ovejas o carneros de la raza merina. La lana merina procede principalmente de Australia y de Sudáfrica. La lana cruzada es el resultado del cruce del carnero de lana fina con carneros de lana larga, es algo brillante y procede en su mayor parte de Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay. Originalmente, la lana *Cheviot* se obtenía solo de los carneros que se criaban en las tierras altas escocesas (*High lands*). Actualmente el término cheviot se extiende a todos los tipos de lana larga y gruesa que se utilizan en la fabricación de ropa. Se trata de una lana lisa, o poco ondulada y brillante. El carnero inglés de lana larga *Leicester* proporciona los tipos más largos y lustrosos.

Australia es el mayor productor de lana. La mayor parte de su producción, el 80%, está constituido por merinos finos, siendo muy apreciadas sus lanas para la fabricación de hilos de estambre; tiene buena resistencia mecánica y una gran elasticidad, aunque son ligeramente amarillentas.

Nueva Zelanda produce casi exclusivamente lanas cruzadas que se caracterizan por su gran resistencia. Se utilizan fundamentalmente para alfombras y artículos de carda gruesos.

Las lanas procedentes de Sudáfrica se comercializan como “*lanas del Cabo*” son más blancas que las de Australia, tienen un tacto más suave y tienen una gran capacidad de enfieltrado.

Argentina es el país mayor productor de lana de América. Produce lanas merinas y cruzadas. Se comercializan con los nombres de “*lanas del Plata*”, las que se comercializan desde Buenos Aires y “*lanas de Punta*” las que se comercializan desde la Tierra del Fuego. Las lanas argentinas se caracterizan por su blancura y por su poca capacidad para enfieltrarse.

Las lanas de Uruguay son principalmente cruzadas y en general, presentan propiedades similares a las argentinas.

En Europa existe una gran variedad de razas de ovejas, aunque la producción no es muy grande y normalmente se consume en el propio país. En Alemania tienen fama las merinas *Electoral* o *Sajona* y la *Negretti* o del Infantado, provenientes de merinos españoles; se caracterizan por ser muy finas y por su gran capacidad de fieltrado. En Francia tiene fama la raza *Rambouillet*, también procedente de merinos españoles de gran pureza. En Gran Bretaña existen algunas razas de ovejas muy características, como la de *Cheviot*, *Leicester* y *Lincoln*, que se caracterizan por ser lanas de 35 a 50 micras, fuertes, duras al tacto, muy largas y brillantes; otras razas son las de *Southdown*, de fibra corta y la de *Shetland*, de fibra larga, gruesa y suave al mismo tiempo. En España las principales razas son la merina y la churra.

Las características de las fibras de lana que varían con la raza de la oveja son la finura, el color, el rizado, la resistencia, la longitud y la elasticidad.

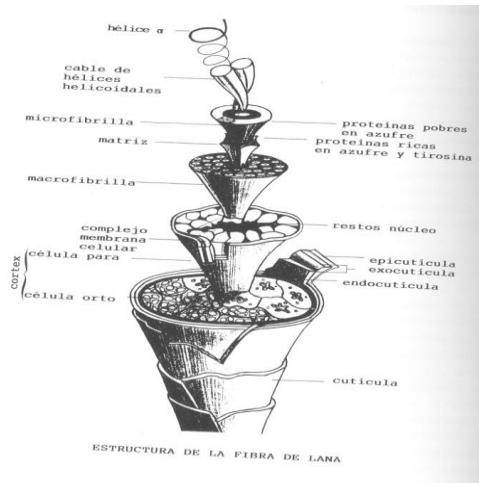
En las denominaciones de los tipos de lana comerciales usadas internacionalmente se hace en primer lugar mención al país de origen ó de una zona determinada de un país: así se hace referencia a una lana de Australia, de Nueva Zelanda, del Cabo, de Argentina, de Uruguay, etc. denominándose *del país*, a las procedentes de España.

A parte de su origen, la lana se clasifica según su finura en cuatro grupos principales, que se corresponderían aproximadamente con las siguientes finuras:

<b>Merina estraína</b>	<b>de 17 a 20 micras</b>
<b>Merina fina y entrefina fina</b>	<b>de 20 a 28 micras</b>
<b>Entrefina</b>	<b>de 28 a 37 micras</b>
<b>Basta</b>	<b>más de 38 micras</b>

La lana entrefina también se denomina cruzada. De forma más exhaustiva se clasifican en diferentes tipos comerciales, que en España son catorce, ocho de I a VIII que corresponden a la lana blanca y seis de IX a XIV, a la lana negra.

La composición química de la lana es extremadamente compleja, pues consiste en proteínas de la queratina en cuya biosíntesis han intervenido al menos 18 aminoácidos. La composición aminoácida y la secuencia de estos varía con el tipo de lana.



Las cadenas polipeptídicas de la lana están unidas periódicamente por el enlace disulfuro de la cistina, aminoácido que forma parte de dos cadenas adyacentes a las que retícula este enlace disulfuro. La lana tiene carácter anfótero, por lo que reacciona tanto con compuestos ácidos como básicos.

Se considera que el 40% de las cadenas de proteína se presentan con forma helicoidal (*hélice α*), con puentes de hidrógeno intramoleculares.

En la fibra de lana se distinguen como principales componentes morfológicos la cutícula, **el córtex** y una médula que raramente se presenta en las fibras finas.

La cutícula está formada por las denominadas escamas de la lana, las cuales abarcan la totalidad de la periferia en las fibras finas y se disponen como las tejas en un tejado en las fibras de diámetro medio y grueso. El extremo oculto de las escamas está fijado al *cortex* mediante un cemento celular. Su extremo visible es más grueso y suele sobresalir en la dirección de la punta de la fibra.

La corteza o cutícula es el 10% aproximadamente de la fibra, formada por las características escamas. La anchura de las mismas varía poco. Un promedio de 35 µm y la longitud de estas escamas son del orden de 30 µm. El número de escamas que la rodean es variable según la finura de la fibra. En las lanas merinas muy finas es una única escama que rodea la fibra, con lo que en este caso las escamas parecen tubos metidos unos dentro de otros con los bordes libres y emergentes proyectándose hacia afuera. A medida que va aumentando el diámetro de la fibra no es suficiente una sola escama para rodearla (lana entrefina). En las lanas muy gruesas son más las que necesitan (lana basta), los bordes de escama emergen menos y son más difíciles de observar al microscopio. La fibra aparece al microscopio más brillante. Según su observación al microscopio las escamas pueden estar yuxtapuestas, siendo este grado de superposición distinto entre las diversas clases de lana y pelos animales. Como es fácil deducir las fibras de lana fina filtran más que las fibras bastas. La corteza o estructura escamosa de la lana le proporciona mayor resistencia a la acción de agentes y fuerzas exteriores.

La cutícula está envuelta en una membrana muy fina exterior de naturaleza diferente a las escamas, llamada *epicutícula*, muy resistente al ataque químico en comparación con el resto de la fibra, contribuyendo a suavizar su aspereza e impedir la penetración de moléculas extrañas dentro de la fibra.

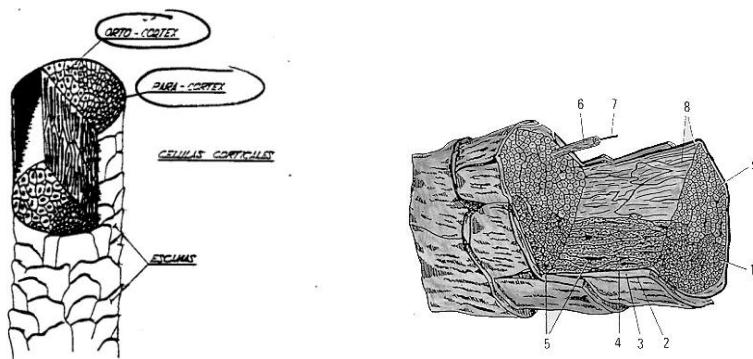
A la parte exterior de la cutícula se la conoce como exocutícula y a la interior como endocutícula. La epicutícula es una membrana que recubre las escamas y que se caracteriza sobre todo por su hidrorrepelencia.

El denominado comúnmente *cortex*, está formado por células fusiformes en cuyo centro se pueden apreciar restos del núcleo. El *cortex* es la parte principal de la fibra. Representa aproximadamente el 90% del total de la fibra y es el responsable de la mayoría de sus propiedades. En el *cortex* existen células orto-corticales y células paracorticales que difieren en su composición química, en su morfología, en su capacidad de hinchamiento y en su afinidad hacia los colorantes.

Los dos tipos de células se agrupan según dos semicilindros y a esta asimetría bilateral se debe el rizado de la lana, de modo que el componente o-cortex se sitúa siempre en la convexidad de las ondas de rizado y el p-cortex en la parte cóncava. Por esta razón, las fibras de lana pierden parte de su rizado cuando se las moja y lo recuperan al secarlas.

Las células del *paracortex* son más pequeñas y regulares y las microfibrillas se distinguen menos entre sí que en las células del *ortocortex*; pero sobre todo se distinguen por su diferente reactividad química, siendo el *ortocortex* la parte más reactiva y por tanto la más fácilmente teñible.

La diferencia entre el *orto* y *paracortex* parece que podría explicarse por una diferencia en la velocidad y el grado de queratinización de ambos tipos de célula.



La proporción y distribución del *orto* y *paracortex* dentro de la fibra varía con los tipos de lana. Así en el caso de la lana merina fina su distribución es bilateral, ocupando cada una de las partes la mitad de la fibra. Esta distribución bilateral como se sabe es responsable del rizado de la lana y se da la circunstancia que el *ortocortex* siempre ocupa la parte exterior o convexa como se trata de representar en la figura.



En el pelo de mohair todo el cortex está constituido por la forma *orto* y en consecuencia el rizado es nulo, mientras que en las lanas tipo Blackface las células corticales son todas del tipo para. En las lanas menos onduladas que las lanas merinas, por ejemplo la Lincoln, el *ortocortex* ocupa el centro de la fibra, mientras que el *paracortex* envuelve al primero, es decir su estructura tiene una distribución radial y en consecuencia el rizado de la fibra es muy escaso.

De todas maneras en la fibra de lana no existe un límite neto de separación entre ambas formas, presentándose una zona intermedia mixta entre ambas.

Por otra parte la médula es un canal central que se presenta en ciertos tipos de lana. Puede presentarse en forma continua o discontinua y ser más o menos ancho. La médula se presenta en las fibras de lanas medias o bastas, fundamentalmente en las lanas de baja calidad, aunque las fibras por ser gruesas no necesariamente tienen que tener médula. En las lanas finas y de calidad no suele apreciarse médula.

Las propiedades físico-químicas, la finura de la fibra oscila de 11 a 80  $\mu\text{m}$ , la longitud de la fibra puede llegar de 4 a 50 cm, el rizado u ondulación en merinas es de 10 a 12 ondulaciones/cm, entrefinas 7 a 8 ondulaciones/cm, bastas de 2 a 4 ondulaciones/cm. En cuanto al brillo según su estructura escamosa, puede variar de opaco a más luminoso. Las lanas más finas son más opacas, lanas menos finas son más brillantes. La lana posee otra propiedad que se llama nervio, muy apreciada por el grado de recuperación notable de sus artículos.

El color varía desde el blanco casi puro hasta el amarillo crema. También hay lanas coloreadas naturales pardas, grises, negras e incluso rosadas.

Las fibras de lana tienen una densidad de 1,28 a 1,32 g/cm<sup>3</sup>, su sección transversal es de forma circular o elíptica pero con poca excentricidad. Cuando se las observa al microscopio se aprecian las escamas que las recubren y a veces una médula central continua o discontinua.

Como se ha comentado, la finura de la lana oscila entre 10 y 70 micras y su longitud depende de la raza (Merina 4-10 cm, Cheviot 15-25 cm, Leicester 30-50 cm). Las fibras cortas suelen ser las más finas y las largas las de mayor diámetro. Por otra parte la fibra de lana posee un rizado natural irregular que es consecuencia de su asimetría bilateral. En las mejores lanas merinas hay hasta 12 ondas/cm y en las lanas de baja calidad apenas hay 2 ondas/cm.

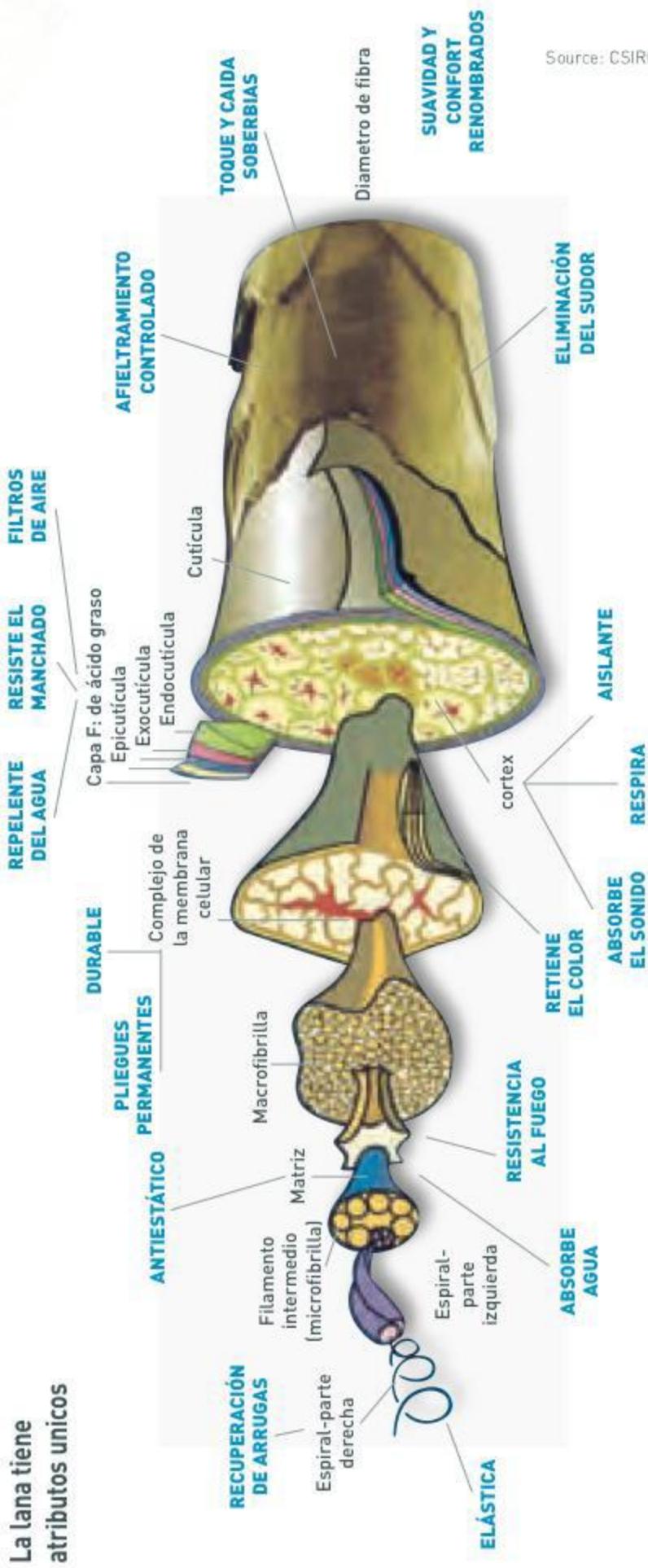
La capacidad de absorber humedad y generar calor al pasar de un ambiente cálido a otro frío y húmedo, su gran capacidad aislante, su baja conductividad térmica y el poco peso de las prendas de lana hacen que éstas sean cálidas y confortables al frío, pues el cuerpo se mantiene cálido y seco.

La recuperación de humedad (*Tasa Legal de Humedad*) de las fibras de lana está comprendida entre el 13% y el 18%. La tasa legal de humedad es del 17% para la lana de carda y del 18,25% para la lana peinada.

La lana es una fibra simultáneamente hidrófila e hidrófoba. Es hidrófila frente al vapor de agua e hidrófoba frente al agua líquida, en este caso por el carácter también hidrófobo de la epicutícula. En los tejidos de lana finos y ligeros, anteriormente denominados "frescos" y actualmente "lana fría", se aprovechan las cualidades aislantes y absorbentes para mantener el cuerpo fresco y seco, absorbiendo y eliminando el calor de la transpiración.

La lana autoextingue la llama y se quema muy lentamente incluso en contacto con ella. La lana es ampliamente utilizada en campos de aplicación en los que se puede resaltar su confortabilidad, estética, calidad y funcionalidad. Es muy frecuente la mezcla de lana con fibras sintéticas como poliéster, acrílica y poliamida fundamentalmente que la complementan y mejoran algunos aspectos de funcionalidad de la prenda.

La lana tiene  
atributos únicos



Source: CSIRO

## **ACABADOS EN LA FIBRA DE LA LANA.**

**Superwash:** lana tratada durante el proceso de teñido con una resina que permite lavar la prenda en una lavadora doméstica.

**Lana Zipro:** es una lana tratada con compuestos de zirconio para mejorar su comportamiento al fuego.

**Periloc:** hilados de lana sometidos a un fieltrado controlado.

**Lana fría:** hilos muy finos de lana (80 Nm) que dan lugar a tejidos suaves y fríos.

**Supersoft:** se obtiene eliminando las escamas y tratándola con silicona, consiguiendo gran suavidad.

## **APLICACIONES.**

La lana se utiliza en prendas exteriores como abrigos, complementos y sastrería de mujer y hombre. Aunque para artículos de verano se encuentra la lana fría o el tejido conocido con el nombre de "fresco" y multitud de posibles mezclas con seda, algodón y fibras químicas como la viscosa o el poliéster, para prendas de entretiempo y calidades finas.

También encontramos la fibra de la lana aplicada a los sectores de deporte, textil-hogar, medicina, aviación, textiles inteligentes o indumentaria de protección.

## **CUALIDADES MÁS DESTACABLES.**

**Aislamiento térmico elevado, buena estabilidad dimensional, gran poder absorbente del vapor húmedo, gran capacidad de recuperación (elasticidad), no propaga la llama y no se funde. Si no se trata debidamente, se apolilla. Es capaz de fieltrarse.**

## **2.16. Pelos animales finos.**

### **2.16. 1. Mohair.**

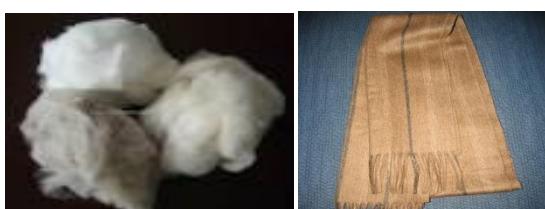


El mohair es el nombre que se da a las fibras obtenidas a partir del vellón de la cabra de Angora. Tiene su origen en la provincia del mismo nombre en Turquía donde se crían estas cabras desde hace siglos. Los principales productores de mohair son Suráfrica, Turquía, USA (Texas). La longitud de la fibra es de 20 a 25 cm.

Las fibras de mohair tienen una sección transversal circular. Las escamas de la superficie son difíciles de distinguir, son muy tenues y las células corticales muestran estrías longitudinales. Entre las células existen conductos de aire que dan ligereza al mohair y lo hacen esponjoso. Algunas fibras tienen una fina médula. El mohair es una de las fibras más resilientes y no tiene la ondulación de la lana de oveja. Entre los materiales conocidos más resilientes y dentro del campo de las fibras se encuentra la seda de araña ( $4.500 \text{ kJ/m}^3$ ). Tiene un lustre semejante a la seda y una superficie más suave que la lana. El vellón lavado es de un color blanco lustroso.

Las propiedades químicas son las mismas que las de la lana y tiene buena afinidad por los colorantes.

### **2.16.2. Cachemira.**



Por cachemira se entiende las fibras del vellón de la cabra de Cachemira. Esta se encuentra en China, Mongolia, Irán y Afganistán, regiones que se caracterizan por variaciones climáticas muy grandes. Los colores naturales del cachemira son el gris, el marrón y el blanco. Las fibras finas de cachemira que recubren al animal a modo de vello, poseen un diámetro medio de 13 a 16 micras y longitudes de 25 a 90 mm, en tanto que las fibras situadas en el exterior del vellón del animal suelen tener un diámetro de más de 50 micras y longitudes de 4 – 20 cm. El cachemir se emplea en prendas de muy alta calidad. Las fibras son calientes, de tacto graso y tienen una caída hermosa y característica. El cachemir es más sensible a los productos químicos que la lana. Los principales países importadores son el Reino Unido, U.S.A., Japón y Suiza. Se emplea en tejidos mezclados con lana o con seda.

La *pashmina* es un tipo de tejido de lana de cachemir; el término se utiliza para referirse a los textiles fabricados con ella, con mezclas de cachemir con otras fibras (como seda) e incluso con fibras artificiales, tipo viscosa. El nombre proviene de *Pashmineh*, formado por la palabra persa *pashm* ("lana"). Esta lana proviene del *changthangi* o «cabra de Cachemira» (en inglés, *Pashmina goat*) una raza de cabra propia de las altas regiones de la cordillera del Himalaya. La lana cachemir se ha utilizado durante miles de años para fabricar chales de alta calidad, que se denominan *pashminas*. La cabra muda su pelaje invernal cada primavera y el vellón queda atrapado en los arbustos. Un animal produce unas 100 a 250 g de fibra.

Los *chals* o pañuelos de «cachemir» han sido fabricados en Cachemira y Nepal desde hace miles de años. Las pruebas de calidad para un *pashmina* son su calidez, suavidad y que el chal debe poder atravesar un anillo de compromiso.

Algunas empresas venden tejidos de viscosa como "pashmina" con la engañosa marca "auténtica viscosa pashmina". Se vende a un precio muy económico y son de una baja calidad.

#### 2.16.3. Llama, alpaca y vicuña.



Todos estos pelos animales proceden de animales camélidos del mismo nombre. La llama y la alpaca se crían en cautividad.

Las alpacas y las llamas se crían en las altiplanicies de Bolivia, Perú, Chile y Argentina a una altitud de 4.000 a 5.000 m, el vellón de las alpacas pesa de 2 a 3 kg, con fibras de 23 a 30 micras y longitud de 20 a 25 cm. El vellón de la llama es menos apreciado que el de la alpaca porque contiene frecuentemente pelos bastos difíciles de separar del vellón más fino. El diámetro de las fibras finas oscila entre 28 y 30 micras y la longitud de 25 a 30 cm.

La vicuña se cría en las regiones de alta montaña que separan Chile de Perú. Su vellón está formado por fibras ultrafinas (13-14 micras) de unos 50 mm de longitud de media (35 a 75 mm). Esta fibra es muy apreciada y con ella se preparan productos de una finura y suavidad excepcionales. Todas estas fibras se suelen emplear mezcladas con lana.

#### **2.16.4. Angora.**



El pelo del conejo de Angora es utilizado en Europa desde hace más de 100 años. En ocasiones se denomina angorina. Una corriente de aire permite separar los pelos exteriores (largos y bastos) de los interiores (finos y cortos). Los dos tipos de pelos se emplean por la industria textil, los largos aportan resistencia y prestancia y los cortos, calidez y suavidad. Ambos tipos se mezclan en proporciones convenientes para conseguir los efectos deseados. El pelo largo tiene una longitud de hasta 80 mm y el corto de menos de 20 mm. Tanto uno como otro poseen gruesas médulas que contienen oclusiones de aire en su interior. Se emplea mucho para fabricar fieltros y artículos de punto donde va habitualmente mezclado con lana.

#### **2.16.5. Quiviut.**



El *quiviut*, es una fibra rara y lujosa, es la lanilla interior del buey almizcleño domesticado. *Qiviut* ó *Kviviut* (KIV-i-Uta), palabra esquimal de la capa interna, derivados de la lana de buey almizclero (*Ovibos moschatus*). Se cría principalmente en Alaska. La fibra de *quiviut* se presenta de forma natural con un suave color marrón grisáceo. Es más caliente que la lana, más suave y más delgada que la cachemira.

Los hilados de *quiviut* son hipoalergénicos, no irrita la piel, no encoge, y además se trata de una fibra muy fuerte. Las prendas de vestir de lana *quiviut* se pueden usar durante muchos años y no pierden su atractivo aspecto. La fibra hilada es inodora y retiene el calor incluso cuando está mojado. Su aspecto es parecido a la angora.

El tejido es muy cálido, pero ligero, mantiene el calor en invierno, y también proporciona frescor en clima cálido, podemos decir que estos tejidos "respiran".

El hilo proveniente del buey almizclero está catalogada como un fibra y es valorada por ello, ya que a diferencia de la fibra de otros animales, el hilo de qiviut no se encoje al sumergirla o mojarla ni a ciertas temperaturas. Se utiliza sobre todo para fabricar sombreros y pañuelos porque se considera ligero y suave y al cuidarse debidamente el material puede durar mucho tiempo, a pesar de su precio, el hilo de qiviut es bastante común y comercial, debido a sus características de durabilidad y fortaleza de la fibra. El material del *musk* (Buey almizclero) se obtiene al trasquilarlo o esperar la muda, después de ello se trata específicamente para obtener la fibra natural animal.

## 2.17. Otras fibras naturales y artificiales.

### Fibras textiles a partir de leche.



La leche que se desecha como alimento en los procesos de la industria láctea se transforma en **caseína técnica**. La llamada *Qmilch*, un descubrimiento de la bióloga Anke Domaske, se fabrica sin productos químicos intermedios y se produce con recursos sostenibles. El resultado es un tejido con superficie lisa y que no provoca ningún tipo de irritación en la piel. Otros nombres *Fibrolane* y *Lanital*, estas ya obtenidas por procedimientos químicos. La fibra de proteína de leche es leche desnatada y deshidratada que se fabrica en el fluido proteico de la hilatura, por un proceso en húmedo de hilatura por medio de una nueva técnica de bioingeniería. Las proteínas se obtienen de la leche descremada, la leche concentrada y la leche condensada.

Se caracteriza por ser una fibra con buena absorción de humedad y buena conducción. La superficie de la fibra no tiene canales regulares, la cual cosa hace que la fibra de leche tenga una absorción tan buena como las fibras naturales y mejor conducción de humedad que las fibras sintéticas. Además, la fibra de leche aporta a las prendas confortabilidad y buena permeabilidad.

Las fibras son blancas, ligeras y tienen un olor agradable. Cuando se mezcla con otras fibras la caseína añade un buen cayente y una resiliencia a los tejidos. Además, humedece la piel, es sana y bacteriostática. La fibra de caseína tiene muchas propiedades similares a la lana. Aunque la fibra de caseína se puede blanquear, al igual que la lana, pierde resistencia en húmedo. No se puede mantener húmeda durante mucho tiempo debido a que rápidamente aparecen hongos.

### Fibras a partir del bambú.

Con una tasa de crecimiento de un metro o más por año; se considera la planta con la tasa de crecimiento más rápida. Además, se puede utilizar en sólo 4-5 años, a diferencia de los árboles tradicionales que se considera que maduran a los 25-70 años. La fibra de bambú se obtiene de un proceso de hidrólisis-alcalinización y un proceso de blanqueo multifase de las hojas y los tallos de la planta de bambú. Del procesado químico de esta pulpa se elabora más tarde la fibra de bambú. La fibra de bambú tiene unas funciones naturales y particulares que le confieren las funciones de ser antibacteriana, bacteriostática y desodorante. Debido a que la sección transversal de la fibra de bambú está llena de micro-vacíos y micro-agujeros y a su micro-estructura no paralela, la fibra de bambú puede absorber y evaporar el sudor en instantes.

La fibra de bambú es una fibra de celulosa regenerada extraída de la pulpa del bambú, usada para hacer la llamada “tela de bambú”, un textil natural que es ampliamente utilizado por muchos fabricantes en toallas, calcetería, ropa interior y de baño, ropa de bebés, mezclada con algodón, lycra, spandex, etc.

En primer lugar, la tela de bambú no sólo es **ligera y resistente**, sino también un poderoso **antibacteriano y desinfectante**, que es la razón por la que se utiliza para fabricar muchos materiales sanitarios, incluyendo vendas, máscaras, ropa quirúrgica, toallas sanitarias y el envasado de alimentos. También presenta gran resistencia a la radiación ultravioleta. Gracias a sus propiedades naturales, la fibra de bambú puede absorber y evaporar el sudor humano en pocos segundos y no requiere ningún proceso químico, lo que significa que no producirá efectos adversos en la piel. Además, da una fantástica sensación de frescura, haciendo esta tela especialmente adecuada para ser usada en los días calurosos de verano.

#### **Fibras Derivadas de la Quitina.**

Las fibras de *quitosan o chitosan* provienen de la recuperación de productos naturales. Se obtienen de una molécula que se encuentra en algunos organismos vivos: la quitina. Se consiguen de los restos de conserverías de crustáceos (caparazones de gambas o cangrejos), donde es más abundante la concentración de quitina, entre el 8 y el 33%. Estas fibras, que tienen la particularidad de ser bio-compatibles y bio-reabsorbibles, poseen buenas propiedades bacteriostáticas, anti-hongos y anti-ácaros. Además, favorecen la cicatrización actuando sobre el sistema inmunitario. Su proceso de fabricación, de poco rendimiento, hace que la fibra sea cara además de que sus propiedades mecánicas son bajas.

#### **Fibras de soja**



La fibra proteica de soja o SPF se considera una fibra activa, puesto que contiene 16 aminoácidos que son beneficiosos y nutren la piel humana. La SPF tiene la suavidad y es lisa como la lana cachemira, sin causar perjuicio al entorno. Además es una materia biodegradable.

Se considera una fibra cómoda, saludable y verde del nuevo siglo. Su componente principal es la proteína de soja, que se encuentra en cantidad masiva y, además, es económica. Su uso no provoca ningún efecto de degradación en los recursos, sino que es útil para la recuperación de estos. La fibra de proteína de soja tiene el brillo de la seda y el tejido tiene un cayente muy bueno que lo hace elegante. El color original de la fibra proteica de soja es un amarillo claro. Se puede teñir utilizando colorantes ácidos y reactivos, especialmente estos últimos dan un color muy bueno y brillante; tiene buena solidez al sudor así como a la luz solar.

Presenta buenas propiedades higiénicas y funcionales, tiene buena afinidad con la piel del cuerpo humano y posee muchos tipos de aminoácidos que protegen la salud.

**Descripción y características:** Se trata de la única fibra de proteína vegetal recuperable, la fibra de la proteína de la soja (SPF). Se obtiene mediante procesos sostenibles y mediante cepas no modificadas genéticamente. De esta forma, en su cultivo no se utilizan sustancias contaminantes y los residuos que quedan de su producción son recuperables como fertilizantes. Fue patentada por Mr. Li Guango, en 2003 y actualmente, se comercializa bajo varios nombres, siendo la marca más conocida SOYSILK®. Denominada también como "***cashmere vegetal***", por su tacto cálido, como la fibra animal del mismo nombre. Destaca por ser ecológica, de tacto suave, extraordinariamente confortable, brillante, lavable, durable y fácil de llevar. Muchos de los textiles fabricados con soja tienen la certificación de "orgánicos", lo que es un valor añadido en el pequeño pero creciente mercado de la moda ecológica.

**Ventajas:** alta resistencia a las radiaciones ultravioleta. Antiestática. Propiedades antibacterianas. Propiedades termorreguladoras y la misma absorción de humedad que el algodón, pero con mayor tasa de transmisión, contribuyendo a mantener la piel de un bebé seca y con la temperatura adecuada. Mayor retención de temperatura, comparable a la lana.

También es una fibra con efectos positivos sobre la piel, debido a la presencia de aminoácidos naturales que refuerzan la producción de colágeno de la piel. Resistencia a la rotura 3 veces superior a la de la lana y superior también al algodón y a la seda. Gran estabilidad dimensional.

**Inconvenientes:** el tintado de la fibra de soja con colorantes neutros y aditivos resulta más difícil debido a su reacción más lenta e irregular, que con otras fibras.

#### **Fibras a partir de algas. Alginatos.**

Las fibras de alginato son fibras obtenidas a partir de sales metálicas del ácido algínico. El ácido algínico fue descubierto en 1883 por el inglés Stanford y constituye más de la tercera parte del peso en seco de muchas especies de algas. Se trata de un polímero del ácido d-manurónico de alto peso molecular. La densidad de las fibras de alginato es igual a 1,78 g/cm<sup>3</sup>, su tenacidad es de 15-18 cN/tex en seco y de 4,5 cN/tex en húmedo; la elongación es del 2-6% en seco y del 25% en húmedo. Así pues se trata de fibras muy sensibles al agua. Como características más importantes de estas fibras destacan su carácter ignífugo y su solubilidad en disoluciones débilmente alcalinas. Al contacto con la llama no arden, por este motivo se utilizan para fabricación de cortinas, telones de teatros, etc. Tienen también aplicaciones médicas y quirúrgicas.

#### **Fibras artificiales vegetales. A partir del maíz y del cacahuete.**

Se fabrican a partir de proteínas contenidas en vegetales como el cacahuete la fibra se denomina Artil y del maíz (Vicara y Azlon), su uso es reducido.

## 2.18 Seda.



La seda se define desde punto de vista normativo, como “*fibra que procede exclusivamente de capullos de los insectos sericígenos*”. También se la describe como una fibra de proteína natural (fibroina) segregada por el gusano de seda (*Bombyx mori*), en general son los filamentos secretados por ciertos animales de la familia de los *Bombycidos*, como el *Bombyx Mylitta*, que se cría en los bosques de Bengala y produce la seda *tussah*; el *Bombyx Cynthia*, que se cría en el Japón y produce la seda *kursmusahi* y el *Bombyx mori* ya citado que es el de mayor producción. En general se trata de un monofilamento muy fino de aproximadamente 1,25 denier/filamento. Una clasificación completa sería la siguiente:

<b>Nombre :</b>	<b>Definición:</b>
Seda Doméstica	Fibra segregada por las larvas del gusano de seda <i>Bombyx mori</i> .
Seda <i>Tusar</i> ó <i>tussá</i>	Fibra segregada por las larvas del insecto <i>Antheraea mylitta</i> , <i>A. pernyi</i> , <i>antheraea yamamay</i> , <i>antheraea roylei</i> , <i>antheraea proylei</i> .
Seda <i>Muga</i>	Fibra segregada pelas larvas do insecto <i>Antheraea assamensis</i> .
Seda <i>Eri</i>	Fibra segregada por las larvas del insecto <i>Phylosamia ricini</i> .
Seda <i>Anafe</i>	Fibra segregada por las larvas del insecto <i>Anaphe</i> .
<i>Byssus</i> o <i>Biso</i>	Fibra segregada por algunos moluscos <i>Pina nobilis</i> .

La seda es la única fibra natural continua utilizada industrialmente. La hebra está constituida por dos filamentos de seda secretada por dos glándulas del gusano, cuyos conductos se unen antes de la salida, quedando soldados por una especie de goma denominada **sericina**, que si es incolora se produce seda blanca, y si es amarilla, se produce seda de este color. La seda tiene una combinación única de propiedades que no posee ninguna otra fibra, como son: tacto “seco”, lustre natural, buena absorción de humedad, buenas cualidades de caída y alta resistencia mecánica.

La fibroina, proteína componente de la seda, posee una estructura química mucho menos compleja que la de la queratina de la lana. Está compuesta en casi el 90% por los aminoácidos glicina, alanina, tirosina y serina, y carece del aminoácido reticulante cistina, por lo que no contiene azufre. Las cadenas de fibroina se alinean paralelamente unas junto a otras con uniones por puentes de hidrógeno, resultando una estructura altamente cristalina con las cadenas totalmente extendidas agrupadas en láminas. Los filamentos de seda poseen una sección transversal de forma triangular con los vértices redondeados.

El título de los filamentos individuales es de 1,3 dtex y se presenta irregular a lo largo de su longitud. La densidad de la fibra ó peso específico es de 1,32 g/cm<sup>3</sup>. Su tenacidad es de 27 a 54 cN/tex en seco y de 23 a 45 cN/tex en húmedo. La elongación es del 18-24% en seco y del 25-30% en húmedo.

Su resiliencia y recuperación de las arrugas se sitúa entre buena y excelente, en función de la temperatura y humedad ambientales. Su resistencia a la abrasión es aceptable y el comportamiento al *pilling* bueno.

La recuperación de humedad de la seda es del 11% (Tasa legal de humedad). Se disuelve bien en disolventes con capacidad rompedora de puentes de hidrógeno, tales como soluciones acuosas de cloruro cálcico, cloruro de zinc, bromuro de litio, ácido fosfórico y solución cupro-amoniacal.

La seda se tiñe con los mismos colorantes que la lana obteniéndose tinturas muy sólidas. Frente a los ácidos y los álcalis, su comportamiento se sitúa entre el de la lana y el del algodón. Es fácilmente atacada por los álcalis pero menos que la lana, en condiciones energéticas pueden disolverla. Los ácidos fuertes la hidrolizan en sus aminoácidos componentes. Los ácidos moderadamente concentrados la encogen, de lo que se hace uso para conseguir efectos crespón en los tejidos de seda. La seda es atacada por los agentes oxidantes fuertes, sobre todo el hipoclorito, que la amarillea y la disuelve rápidamente.

## **2.19 Rayón (viscosa, cupro, modal). Celulosa regenerada.**

El rayón es una fibra celulósica artificial cuya materia prima, pulpa de madera ó pelusa de algodón se somete a un cambio físico. Otras denominaciones afines son viscosa, cupro y modal, en función del procedimiento de obtención. El rayón viscosa también se conoce como **seda artificial** ó seda vegetal. Las fibras de rayón son muy absorbentes, suaves y cómodas, fáciles de teñir, versátiles y económicas; las telas elaboradas con ellas tienen buena caída. Las fibras de rayón se utilizan en tejidos aglomerados, prendas de vestir, telas para usos domésticos y productos médico-quirúrgicos. En España fabrican fibras de viscosa *La Seda de Barcelona* (multifilamento) y *SNIACE* (fibra discontinua).

Las fibras de viscosa se fabrican según el proceso viscosa que les da su nombre. Fundamentalmente consiste en que un tratamiento con sosa cáustica concentrada transforma la celulosa en álcali-celulosa, la cual es sometida posteriormente a un proceso de envejecimiento para acortar las cadenas poliméricas. Por reacción con sulfuro de carbono se forma xantato de celulosa, el cual es disuelto en una disolución diluida de hidróxido sódico. La disolución obtenida se conserva en reposo hasta que su viscosidad alcance un valor determinado. A continuación es extruida en un baño de coagulación que contiene ácido sulfúrico diluido, que regenera la celulosa y otros componentes como sulfato sódico, sulfato de zinc y glucosa que cumplen diferentes cometidos. Casi el 90% del rayón se fabrica actualmente por el procedimiento de la viscosa, pues es el más económico, repartiéndose el 10% restante entre los procedimientos del cobre y del acetato.

El rayón al cobre tiene más resistencia al desgarre que la viscosa. El rayón al acetato es el más caro de todos, pero el de mejores propiedades tintóreas.

La concentración y tipos de aditivos presentes en el baño de coagulación y la naturaleza y calidad de la celulosa original influyen mucho en la microestructura y en las propiedades físicas de las fibras de celulosa regenerada obtenidas según este proceso.

La viscosa normal está caracterizada por líneas longitudinales llamadas estrías. La sección transversal tiene forma circular de borde aserrado ó irregular. El rayón de alto rendimiento que se hila en un baño con menos sulfato de zinc tiene una sección transversal más redondeada.

Las fibras de rayón son muy brillantes por lo que se solía denominar seda artificial ya que posee un aspecto, brillo y flexibilidad similar a la seda natural, aunque químicamente no tiene nada que ver con ésta, ya que se trata de una sustancia proteínica, mientras que las sedas artificiales son polisacáridos.

Las fibras de celulosa regenerada tienen menor densidad y menor resistencia mecánica, en seco y en húmedo, que las fibras de celulosa natural, mostrando en cambio mayor alargamiento por tracción y mayor capacidad de adsorción frente al agua y los colorantes que éstas. Este comportamiento de las fibras de rayón es debido a que en ellas es menor el grado de orientación y empaquetamiento de las cristalitas fibrilares, presentando además sus macromoléculas un menor grado de polimerización (GP celulosa de algodón 7.000 a 11,000, GP celulosa técnica 1.000 a 2.000 y GP de celulosa regenerada 300 a 700) a causa de las degradaciones experimentadas en la disolución y re-precipitación de la celulosa nativa.

En las celulosas regeneradas, las zonas cristalinas constituyen solo el 40% aprox. de la fibra mientras que en las naturales el porcentaje es del 70 al 80% incluso más. Por el mayor relajamiento de las fibrillas y menor longitud de las cadenas macromoleculares en la celulosa regenerada, las fuerzas de cohesión entre ellas están disminuidas y por tanto, será menor la resistencia mecánica de la fibra, a la vez que aumentará su poder de adsorción, efecto este que favorece el teñido.

La solubilidad en ácidos, bases y disoluciones de electrolitos salinos y agentes oxidantes es en la celulosa regenerada mucho mayor que en la celulosa nativa, a causa de la menor longitud de las cadenas moleculares de aquéllas, con lo que viene favorecida su solvatación y reacción.

Debido a su mayor proporción de estructura amorfa, las fibras de celulosa regenerada absorben más humedad que el algodón. La tasa legal de humedad oscila entre el 11% y el 13%. También es mayor la capacidad de absorción de agua por imbibición (90-100% viscosa, 55-70% modal, 40-50% algodón). Las propiedades químicas de estas fibras son prácticamente las mismas que las del algodón. Ello es lógico puesto que ambas tienen a la celulosa como polímero componente, si bien el grado de polimerización del algodón no tratado es del orden de 2500 y el de estas fibras se sitúa entre 200 y 700.

Los álcalis diluidos las atacan a mayor velocidad que en el caso del algodón. También son atacadas por los detergentes y otros componentes presentes en los preparados utilizados en el lavado doméstico. Los productos oxidantes las atacan cuando se trata de soluciones concentradas, pero admiten muy bien el blanqueo convencional con hipoclorito de sodio o con peróxido de hidrógeno.

La gran variedad de propiedades de las fibras de celulosa regenerada las hacen adecuadas para muchas aplicaciones textiles. En el caso concreto de fibras modal, su estabilidad dimensional permite su empleo en todas las aplicaciones propias del algodón. También se emplean mucho mezcladas con fibras sintéticas, ya que en los acabados de planchado duradero y *wash and wear* tienen un comportamiento mejor que el algodón. Las fibras de viscosa se usan en prendas interiores y exteriores, tapicerías, alfombras y telas para forros. Es de gran importancia su empleo en la fabricación de telas no tejidas para artículos desechables.

Las fibras tipo *cupro* se utilizan en artículos de gran calidad como vestidos y prendas interiores, prendas deportivas, forros y cortinas.

## **2.20 Fibras de acetato y triacetato.**

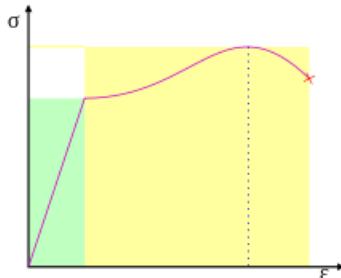
Se describen, en general las fibras de acetato como “fibras de acetato de celulosa en las que menos del 92% y un mínimo del 74% de los grupos hidroxilo están acetilados. Por su parte las fibras de triacetato de celulosa se caracterizan porque al menos un 92% de los grupos hidroxilo se encuentran acetilados.

Para la fabricación de triacetato de celulosa se parte de linters de algodón o de pulpa de madera de gran calidad que se hace reaccionar con anhídrido acético, en presencia de un catalizador de la reacción de acetilación y de ácido acético como medio disolvente. El resultado final es una disolución de triacetato de celulosa en ácido acético. El triacetato es precipitado por adición de agua y secado. El polímero seco es disuelto en cloruro de metileno que contiene etanol y posteriormente se hila en seco.

Las fibras de acetato de celulosa se preparan partiendo de un acetato con un grado de sustitución de aproximadamente 2,5. Este derivado celulósico se obtiene añadiendo agua a la disolución de triacetato en ácido acético y dejando transcurrir el tiempo necesario, unas 20 horas, para que la desacetilación prosiga hasta que el grado de sustitución es el que corresponde a 2,5 grupos hidroxilo de los 3 que contiene cada molécula de anhidroglucosa. En el momento preciso, se precipita el acetato por adición de agua, se lava y se seca en forma de copos. El polímero se disuelve en una mezcla de acetona/agua (95/5 %) y se procede a su hilado en seco.

La sección transversal y el aspecto longitudinal de ambas fibras son muy similares. En la vista longitudinal pueden apreciarse estriaciones a lo largo de toda su longitud; la forma de la sección transversal puede considerarse multilobulada, con cinco o seis lóbulos.

Tanto unas como otras se recuperan bien después de someterlas a bajos alargamientos. Para elongaciones superiores al 5% se presenta una deformación plástica de la fibra, la recuperación no es posible. Como la resistencia a la tracción la resistencia a la abrasión también es baja, sin embargo su comportamiento al *pilling* es excelente. Por otra parte presentan buena resiliencia:



Relación entre el esfuerzo y la deformación. La resiliencia es el área bajo la curva en la zona verde.

Se diferencia de la tenacidad en que ésta cuantifica la cantidad de energía almacenada por el material antes de romperse, mientras que la resiliencia tan sólo da cuenta de la energía almacenada durante la deformación elástica.

La relación entre resiliencia y tenacidad es generalmente monótona creciente, es decir, cuando un material presenta mayor resiliencia que otro, generalmente presenta mayor tenacidad. Sin embargo, dicha relación no es lineal.

Otras características físicas también destacables de estas fibras son su tacto excelente, buen cayente y flexibilidad. Conducen bien el calor y son frías al tacto. Los tejidos de acetato son algo más suaves y flexibles que los de triacetato. Se trata de fibras termoplásticas, por lo que pueden ser plisadas y termofijadas, aunque con mucha más facilidad el triacetato que el acetato. La inflamabilidad es similar a la de las fibras celulósicas. Por su capacidad aislante, pueden ser empleadas como aislantes eléctricos; pero esto indica que son propensas al desarrollo de electricidad estática.

Aunque muchos de los hidroxilos de la cadena celulósica han sido acetilados, las fibras de acetato y triacetato presentan una recuperación de la humedad relativamente alta, aunque muy inferior a las fibras de celulosa regenerada (viscosa, modal, cupro).

Tanto las fibras de acetato como las de triacetato son bastante sensibles a algunos de los disolventes más habituales. Las de acetato se disuelven en acetona y las de triacetato en cloruro de metíleno y cloroformo. El tricloroetileno debe ser evitado en la limpieza en seco del triacetato, recomendándose el empleo de percloroetileno o de disolventes derivados del petróleo.

Las fibras de triacetato y acetato resisten bien los ácidos diluidos, pero son atacadas e hidrolizadas por los ácidos concentrados. Unas y otras son muy sensibles a los álcalis, los cuales saponifican los enlaces éster con separación de grupos acetato.

La mayor sensibilidad a los álcalis de las fibras de acetato se refleja en que a un pH mayor de 9,5 no pueden ser tratadas a más de 85°C, en tanto que las de triacetato pueden ser tratadas a un pH 9,8 hasta la temperatura de 96°C. Ambas pueden ser blanqueadas en condiciones adecuadas, pero son atacadas por los agentes oxidantes fuertes, y más el acetato que el triacetato. Es interesante conocer que las fibras de triacetato y en menor grado las de acetato resisten bien la acción de la intemperie con escasa pérdida de resistencia mecánica y ausencia de amarilleamiento.

En cuanto a sus usos podemos destacar que las fibras de acetato se utilizan en indumentaria femenina muy variada, desde lencería y batas hasta trajes de baño y blusas. En indumentaria masculina se emplean en la fabricación de camisas, corbatas, pijamas, calcetines, etc. también tiene amplio uso en forros.

El triacetato se emplea en la fabricación de vestidos y blusas, complementos, lencería, corbatas, prendas deportivas y artículos plisados.

## **2.21 Fibras de poliamida (*Nylon 6 ó 6.6*).**

Como fibras de poliamida o nylon se consideran las fibras formadas por macromoléculas lineales cuya cadena presenta una repetición del grupo funcional amida. Las fibras de poliamidas alifáticas se designan también añadiendo uno o dos números a la denominación nylon o poliamida. Estos números corresponden al de átomos de carbono de los monómeros o productos intermedios utilizados en la síntesis de una poliamida determinada. Así pues, la denominación nylon 6.6 es consecuencia de que se prepara a partir de la hexametilendiamina  $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$  y del ácido adípico  $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ , ambos con seis átomos de carbono. El nylon 6 se obtiene a partir de la caprolactama, amida interna  $OC-(CH_2)_5-NH$  con seis átomos de carbono. Por su parte, el nylon 11 es el resultado de la policondensación del ácido  $\omega$ -aminoundecanoico, de fórmula  $HOOC-(CH_2)_{10}-NH_2$ . Las únicas fibras de poliamida importantes por su volumen comercial son el nylon 6.6 y el nylon 6. Actualmente constituyen una de las cuatro más importantes familias de fibras químicas, junto con las celulosicas, poliéster y acrílicas.

El nylon 6.6 polímero se obtiene por policondensación de la hexametilendiamina y del ácido adípico. La transformación en fibras se realiza por el proceso de fusión (280°-290°C). El nylon 6 se prepara partiendo de la caprolactama y la polimerización se realiza en presencia de vapor de agua y un catalizador ácido. Después de eliminar el agua, el ácido y la caprolactama que permanece en equilibrio con el polímero, éste es fundido a 250-260°C y transformado en fibras. Tanto el nylon 6.6 como el 6 son sometidos a un estirado para orientar las macromoléculas según el eje de la fibra.

El peso molecular del nylon 6.6 y del nylon 6 oscila entre 12.000 y 28.000. Las cadenas macromoleculares se agrupan paralelamente formando láminas.

Entre los grupos amida de las cadenas de una misma lámina existen interacciones o fuerzas de atracción tipo puentes de hidrógeno. La cohesión entre láminas se produce por fuerzas de Van der Waals. Las propiedades de las fibras de poliamida son consecuencia de la repetición de los grupos amida a lo largo de la cadena polimérica y algunas del mayor o menor contenido de grupos amino terminales. El número de grupos amida por 100 átomos de cadena y la paridad o imparidad del número de grupos metilo entre dos grupos amida sucesivos influyen en propiedades como el punto de fusión, la temperatura de transición vítrea, la densidad y la absorción de humedad.

Las fibras de poliamida se presentan en el mercado como HILO CONTINUO: hilo de multifilamento o hilo continuo (hilo textil), hilo continuo BCF (*bulk continuous filament yarn*), hilo continuo industrial, telas *spunbonded*, monofilamento. HILO DISCONTINUO o FLOCA: borra, cable, peinado, *flock*.

Los nilones 6.6 y 6 son intercambiables en casi todas sus aplicaciones, hasta el punto que es habitual referirse a ellos con la denominación genérica nylon. Sin embargo, el crecimiento en la producción del nylon 6 ha sido muy rápido debido a que:

- 1) El proceso es más económico en cuanto a costes de monómero y energía total necesaria.
- 2) El proceso es tecnológicamente más accesible, más continuo y requiere menos destreza para conseguir una calidad determinada.
- 3) Los *nylones* 6.6 y 6 sólo difieren ligeramente en sus propiedades mecánicas y textiles, sucediendo algo similar con sus propiedades al uso.

Sin embargo, entre las fibras de *nylon* 6.6 y 6 existen diferencias de cierta importancia, como las siguientes;

- 1) El nylon 6 funde a menor temperatura que el nylon 6.6 (215°C frente a 256°C). En algunas aplicaciones de tipo industrial esta diferencia es importante.
- 2) El nylon 6 posee mayor afinidad por algunos colorantes que el nylon 6.6. Cuando las dos fibras se tiñen en el mismo baño, el nylon 6 se colorea con una intensidad mucho mayor que el nylon 6.6.
- 3) El nylon 6.6 se comporta mejor que el nylon 6 cuando se le expone a la acción de la luz solar, siendo ambos muy sensibles a la radiación ultra-violeta degradándose y amarilleando.
- 4) El nylon 6 es más resistente a la degradación térmica que el nylon 6.6, siendo menos propenso al amarilleamiento.
- 5) El nylon 6 posee mejor recuperación elástica y resistencia a la fatiga que el nylon 6.6
- 6) Los filamentos de nylon 6 se mezclan más fácilmente que los de nylon 6.6. Esto supone una ventaja cuando se desea un tacto suave y lleno, pero no cuando conviene un tacto rígido.

En general se pueden considerar conjuntamente las propiedades de ambas fibras. Se distinguen principalmente de otras fibras por su gran tenacidad, elongación, bajo módulo, excelentes propiedades de recuperación elástica, excelente resiliencia y recuperación a la deformación por flexión, excelente resistencia a la abrasión, alta estabilidad dimensional, fácil cuidado, moderada tasa legal de humedad, propensión al desarrollo de electricidad estática, débil resistencia a la luz.

En lo relativo a sus propiedades físicas tanto las fibras de nylon 6.6 como las de nylon 6 tienen una densidad baja ( $1,14 \text{ g/cm}^3$ ). La forma de su sección transversal es redonda pero existen tipos trilobales y multilobales (estrella) y fibras con huecos continuos o discontinuos, especialmente adecuadas para determinadas aplicaciones. Su tenacidad oscila entre 36 y 86 cN/tex en seco y de 33 a 73 cN/Tex en húmedo. La elongación en seco oscila entre el 15 y el 50%, siendo en húmedo un 5% mayor que en seco. La recuperación elástica es excelente puesto que después de alargada el 10% se recupera en un 99%.

El módulo de estas fibras es bajo, 230-245 cN/tex, lo que combinado con su gran elongación conduce a una gran resistencia a la rotura, de aquí su amplio uso en cordelería. Tienen una excelente resiliencia y recuperación después de haberlas deformado por flexión.

La resistencia a la abrasión del nylon es mayor que para otras fibras y actúa como agente abrasivo de las fibras con las que se mezcla.

Los tejidos de nylon tienen un tacto aceptable, siendo el nylon 6 algo más suave que el nylon 6.6. Su cayente se sitúa entre moderado y excelente según el título de la fibra. Los nilones son resistentes al arrugado y presentan una buena retención del plisado cuando han sido convenientemente termofijados.

El nylon 6.6 funde a  $255^\circ\text{C}$  y su transición vítreo tiene lugar a  $55^\circ\text{C}$ , en el caso del nylon 6 estos parámetros son:  $215^\circ\text{C}$  y  $50^\circ\text{C}$ . Ambas fibras resisten bien la acción del calor por debajo de los  $150^\circ\text{C}$ . Las fibras de nylon presentan alta resistividad y son muy propensas al desarrollo de electricidad estática.

En cuanto a sus propiedades químicas las fibras de nylon 6.6 y 6 poseen una hidrofilicidad moderada. La tasa legal de humedad es igual a 5,75% (hilo continuo) o 6,25% (fibra). La retención de agua por imbibición es del 10-15%.

Las dos fibras son solubles en disolventes rompedores de puentes de hidrógeno, tales como fenoles, ácido fórmico 90% y alcohol bencílico. El nylon 6 es más soluble que el nylon 6.6, de lo que se hace uso para distinguirlos entre sí. El ácido clorhídrico 4,4 M por ejemplo, disuelve el nylon 6 pero no al nylon 6.6.

Por contener grupos amino terminales y poseer carácter hidrofóbico, las fibras de nylon se pueden teñir con colorantes aniónicos o ácidos y con colorantes dispersos.

El nylon en general resiste bastante bien la acción de los productos químicos. Solo en condiciones energéticas es atacado por ácidos, álcalis, oxidantes y reductores. No obstante debe tenerse en cuenta que es mucho más resistente a los álcalis que a los ácidos.

A temperaturas elevadas o en presencia de luz solar las fibras de nylon experimentan un ataque oxidante con amarilleamiento y pérdida de resistencia. El nylon 6 resiste mejor la acción del calor y el nylon 6.6 la de la luz. La incorporación de aditivos antioxidantes mejora mucho el comportamiento de ambas fibras a la acción del calor y la luz. Es importante conocer que algunos colorantes actúan como fotodegradantes y otros como fotoprotectores.

En cuanto a sus usos es ampliamente utilizado en calcetería, lencería, ropa interior, *sueters* y otros artículos de punto. También se emplea mucho en prendas ligeras como anoraks y en aplicaciones domésticas como alfombras y tapicerías. Como aplicaciones industriales pueden citarse *cord* para neumáticos, paracaídas, velas de barcos, cables, cuerdas, juntas, cojinetes, etc.

## **2.22 Fibras de poliéster.**

Se pueden definir como aquellas fibras que están compuestas de un polímero de macromoléculas cuya cadena contiene un mínimo del 85%en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico.

La fibra de poliéster de mayor importancia comercial es la obtenida a partir del poli(etilentereftalato) (PET). También se fabrican fibras a partir del polímero que se obtiene por condensación del ácido tereftálico y del 1,4 dimetilolcicloexano (PCHDT) y del polibutilentereftalato (PBT). Se trata de una fibra de amplia difusión comercial con una gran variedad de aplicaciones.

El poli(etilentereftalato) se obtiene por policondensación del ácido tereftálico o del dimetiltereftalato con etilenglicol a una temperatura del orden de 280 °C en presencia de catalizadores adecuados. El peso molecular del polímero obtenido, está comprendido entre 10.000 y 30.00 siendo del orden de 20.000 el empleado en la fabricación de las fibras convencionales.

El polímero es hilado por fusión (250-300°C) y después de la hilatura los filamentos experimentan un estirado para orientar las macromoléculas según el eje de la fibra, a la vez que se produce la mayor parte de la cristalinización del polímero. Las cadenas moleculares del poliéster son bastante rígidas como consecuencia de la presencia periódica de grupos fenileno a lo largo de la cadena. Las macromoléculas de este polímero tienden a agruparse apretadamente en las fibras y se mantienen unidas mediante fuerzas de valencia secundarias, principalmente de tipo Van der Waals. Las fibras de poliéster son muy cristalinas, excepto cuando se preparan partiendo de copoliésteres en los que se entorpece la regularidad de la cadena polimérica.

Las fibras de poliéster se presentan en el mercado como: hilo continuo textil, hilo continuo industrial, tela *spunbonded* (tela no tejida), floca en sus diversas variantes algodonera, lanera, alfombras y relleno.

Las fibras de poliéster destacan fundamentalmente por: alto módulo (resistencia al alargamiento y a la deformación), alta tenacidad en seco y en húmedo, gran resistencia a la abrasión , aunque inferior a la de las poliamidas, alta temperatura de transición vítrea, excelente estabilidad dimensional y de forma, gran resistencia a las arrugas, fácil cuidado (secado rápido y buen comportamiento a los tratamientos de lavado), buen comportamiento al termofijado, texturizado, muy adecuadas para su mezcla con algodón, adecuadas para mezclas con viscosa y lana, buena resistencia a la luz y al uso, muy resistentes a los ácidos y a los oxidantes, muy destacable para aplicaciones técnicas, coste bajo.

Como propiedades menos favorables pueden destacarse las siguientes: moderada recuperación elástica, necesidad de teñirlas en condiciones especiales, carácter oleofílico incrementa tendencia a ensuciarse por grasas, muy inflamables en mezclas con fibras celulósicas, baja absorción de humedad, generación de cagadas electrostáticas, tendencia a la formación de *pilling*, poca resistencia a los álcalis, entre otras.

En lo relativo a sus propiedades físicas las fibras de poliéster tienen una densidad de 1,38 g/cm<sup>3</sup> y la forma de su sección transversal es redonda, aunque existen variantes con secciones transversales de forma especial (tri-, penta- , octo-lobulada) y a veces huecas o con varios huecos que recorren la totalidad de la fibra.

Su tenacidad oscila entre 23 y 80 cN/tex, el alargamiento a la rotura entre el 8 y el 50% y el módulo elástico entre 250 y 1200 cN/tex. Estos valores dependen de la relación de estirado y de la temperatura de estabilización (orientación y cristalinidad). La amplitud de los intervalos correspondientes es muy grande y ello es consecuencia de las grandes posibilidades que ofrece el polímero para preparar fibras con propiedades muy diferentes.

Las fibras de poliéster son menos elásticas que las de poliamida, sin embargo, su recuperación es excelente cuando la deformación se ha producido por flexión, de ahí que los tejidos de poliéster sean muy resistentes al arrugado.

Las fibras de poliéster funden a 264°C, excepto algunos tipos químicamente modificados, su temperatura de transición vítrea es del orden de 70°C. Pueden secarse y plancharse con seguridad hasta 150°C, la temperatura de termofijado oscila entre 150°C y 220°C y la de reblandecimiento entre 230 y 240°C.

Las fibras de poliéster poseen una moderada conductividad térmica y una alta resistividad, mayor que las poliamidas, lo que conduce a una importante formación de electricidad estática.

En lo relativo a sus propiedades químicas y de sorción se puede indicar que las fibras de poliéster son altamente hidrofóbicas. La tasa legal de humedad se suele asignar el 3,0% para poliéster multifilamento y del 1,5% para fibra en floca. La absorción de agua por imbibición es del 2-5%.

El poliéster se comporta bien al lavado doméstico y a la limpieza en seco, pero ha de tenerse en cuenta que retiene la suciedad grasa a no ser que haya sido tratado con agentes anti-suciedad.

Las fibras de poliéster se hinchan o se disuelven en fenoles, ácido cloroacético, nitrobenceno en caliente y algunos hidrocarburos clorados a alta temperatura; se trata de operaciones de disolución laboriosas y tóxicas.

Por su carácter hidrofóbico, alta cristalinidad y relativa orientación de sus zonas amorfas, las fibras de poliéster son difíciles de teñir, lo que obliga a teñir a alta temperatura (120-130°C) o a 100°C en presencia de *carriers* o transportadores. Los tipos de poliéster convencionales se tiñen por lo general con colorantes dispersos.

Las fibras de poliéster resisten bien la acción de los ácidos, bases, oxidantes y reductores. Solo son atacados por los ácidos y las bases concentrados y en caliente, y resisten bien la acción de los agentes biológicos.

La luz solar ataca al poliéster oxidándolo sin que se produzca cambio de color pero con pérdida lenta y gradual de su resistencia.

Los usos de las fibras de poliéster son muy diversos, son muy utilizadas en indumentaria, textil hogar y en aplicaciones industriales. Cuando se trata de prendas de vestir se utiliza como multifilamento y como fibra discontinua solas o mezcladas con otras fibras, principalmente algodón, pero también viscosa, lana y lino e incluso seda natural. Con poliéster se fabrican tejidos ligeros para corbatas, lencería femenina y forros. Como aplicaciones domésticas pueden citarse las correspondientes a cortinas, mezclada con algodón sábanas, tapicería, decoración, alfombras y fibras de relleno (almohadas, colchas, sacos de dormir). Aplicaciones industriales son las que se refieren a neumáticos, velas de barco, redes, cordelería, cables e hilos de coser.

Otros tipos de poliéster como PCHDT poseen propiedades que difiere bastante de las del poliéster PET. Su densidad es 1,22 g/cm<sup>3</sup> y funde a 290-295°C. El poliéster PBT tiene una densidad de 1,31 g/cm<sup>3</sup>, funde a 226°C y su temperatura de transición vítrea es de 30-40°C. Puede teñirse a 98°C y como campos de aplicación pueden mencionarse los correspondientes a alfombras, hilos para calcetines e hilos texturados.

## 2.23 Fibras acrílicas.

El polímero componente de las fibras acrílicas está constituido por macromoléculas lineales cuya cadena contiene un mínimo del 85% de la unidad estructural correspondiente al acrilonitrilo. Los polímeros habitualmente utilizados en la fabricación de fibras acrílicas corresponden a copolímeros y no al poliacrilonitrilo homopolímero.

Los copolímeros empleados se preparan partiendo de acrilonitrilo y de comonomeros neutros (acrilato de metilo, acetato de vinilo, metacrilato de metilo). En algún caso, además de un comonomero neutro, interviene un tercer componente que aumenta la afinidad por los colorantes catiónicos (ácido alilsulfúrico) o que permite la tintura con colorantes aniónicos (vinilpiridina). Estos copolímeros se suelen preparar por polimerización radical en suspensión.

El polímero convenientemente preparado es disuelto y después transformado en fibras por hilatura en seco o en húmedo. La posibilidad de utilizar diferentes disolventes, métodos de hilatura y, en su caso, condiciones de coagulación explica que las propiedades y el comportamiento de las fibras acrílicas comercializadas difieran bastante de unas a otras.

La operación de hilatura comprende como es normal el estirado y la estabilización del material hilado. Los hilos acrílicos voluminosos tienen una gran importancia comercial la forma de obtenerlos consiste en aplicar un segundo estirado con lo que se consiguen tipos de fibra con distinto grado de encogimiento. Combinando fibras de diferente encogimiento (55% fibras de bajo encogimiento / 45% fibras de alto encogimiento) se pueden preparar hilos acrílicos de alta voluminosidad.

La estructura y morfología de las fibras acrílicas es sobretodo resultado de las interacciones entre grupos nitrilo vecinos, tanto a lo largo de una determinada cadena polimérica (repulsión) como entre cadenas adyacentes (atracción). La importancia de estas interacciones se debe a la naturaleza altamente polar de los grupos nitrilo.

Las fibras acrílicas se presentan en el mercado como: floca normal y/o encogible, cable para su transformación en peinado, peinado en distintas calidades e hilos de multifilamento.

En general se puede considerar que las fibras acrílicas convencionales poseen en común propiedades como: bajo peso específico, aceptable resistencia a la abrasión, excelente resiliencia, posibilidad de preparar artículos textiles voluminosos, tacto suave, cálido, seco y grato, hidrotermoplasticidad, fácil eliminación de manchas, tinturas muy sólidas al lavado, resistencia química, excelente resistencia a la luz.

En lo relativo a sus propiedades físicas tienen una densidad de 1,14 a 1,18 g/cm<sup>3</sup>, la forma de la sección transversal puede ser redonda, similar a la de una judía o parecida a un hueso.

Su tenacidad oscila entre 18 y 32 cN/tex en seco y entre 14 y 24 cN/tex en húmedo. La elongación es del 20-55% en seco y del 30-60% en húmedo. El modulo de elasticidad en seco es de 350-450 cN/tex. Las fibras acrílicas se comportan bien al arrugado y conservan bien el plisado cuando han sido adecuadamente termofijadas. Su comportamiento a la abrasión y al *pilling* puede ser considerado como bueno.

Con estas fibras se pueden fabricar artículos que destacan por su tacto cálido, seco, suave y agradable, similar al de la lana.

Las fibras acrílicas no funden a una temperatura definida y reblandecen a temperaturas entre 200°C y 260°C, pueden plancharse sin riesgo hasta 150°C.

La tasa comercial de humedad es del 2,0%. El porcentaje de agua por imbibición es del 5-10%.

Las fibras acrílicas se disuelven en disolventes polares apróticos, tales como dimetilformamida, dimetilsulfóxido y dimetilacetamida. También se disuelven en los ácidos nítrico y sulfúrico concentrados. No son sensibles a los disolventes utilizados en la limpieza en seco.

Tienen una excelente resistencia a la intemperie y a la luz solar. Son moderadamente resistentes a la oxidación y a la decoloración producida por el calor.

Entre los principales usos de este tipo de fibras destacan la fabricación de prendas exteriores de punto, mantelerías, cortinas, tapicerías, mantas, alfombras y terciopelos. También son importantes las aplicaciones industriales en filtración, productos fibrocemento y como precursores de fibras de carbono y de las fibras acrílicas parcialmente oxidadas.

## 2.24 Fibras de elastano.

Las fibras de *elastano* se describen en la normativa europea como “las formadas por al menos un 85% en masa de un poliuretano segmentado y cuando se las estira hasta alcanzar tres veces su longitud original recuperan rápida y sustancialmente su longitud original al cesar la fuerza de tracción”. También se las denomina en ocasiones como *Spandex*, *Lycra*, etc. Las fibras de elastano se distinguen de las de elastodieno por su mayor tenacidad y por su más alta capacidad de recuperación. También tienen la ventaja de que son blancas y pueden ser teñidas.

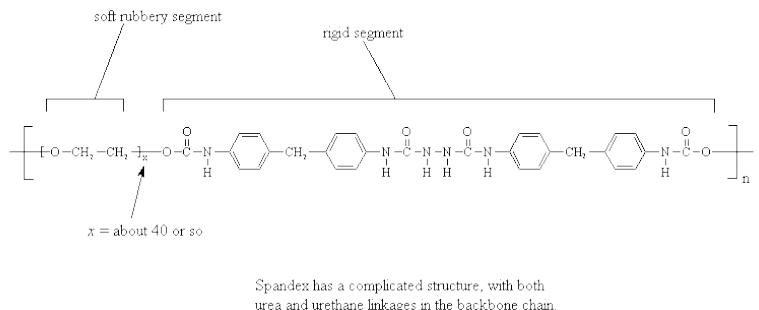
Fabricada por Du Pont, la primera fibra de elastano fue la *Lycra*, cuya comercialización comienza en 1958 y la producción a escala comercial en 1960-61.

Las fibras de elastano están formadas por copolímeros de bloque que se obtienen partiendo de poliéteres o de poliésteres alifáticos. Estos se hacen reaccionar con un diisocianato aromático de modo que en los dos extremos de todas las cadenas aparece un grupo isocianato como grupo terminal. El producto resultante, denominado prepolímero, reacciona después con una diamina, glicol o agua que actúan como soldadores o alargadores al reaccionar con los grupos isocianato de las moléculas de prepolímero contigua.

Las cadenas poliméricas resultantes contienen largos segmentos extraordinariamente flexibles y segmentos rígidos más cortos. Los primeros están formados por poliéter o el poliéster y los segundos por grupos uretano y a veces también urea contenidos en agrupaciones cíclicas. Entre los segmentos rígidos se forman interacciones que limitan la movilidad de la fibra evitando su desgarro al someterla a un esfuerzo de tracción. La aplicación de un esfuerzo a la fibra produce la orientación y alargamiento o desplegado de los segmentos flexibles en la medida que lo permitan los segmentos rígidos. Al cesar la fuerza aplicada, la fibra recupera su estado original.

Las fibras de elastano comercializadas pueden diferir en la naturaleza de los segmentos flexibles (poliéster y poliéster) y en ambos casos son posibles una amplia variedad de fibras adaptadas a las exigencias de diferentes usos finales.

### **Spandex:**



La hilatura de las fibras de elastano puede realizarse por fusión, en seco o en húmedo. Se presentan como monofilamentos o como hilos de multifilamentos que son el resultado de la coalescencia de filamentos individuales finos después de la hilatura. En función de la forma de la tobera de salida las fibras de elastano pueden presentar distintas geometrías de la sección transversal, siendo las más frecuentes: redonda, lobular e irregular.

Las fibras de elastano pueden tener un título o densidad lineal bajo, de 44 dtex o menos.

La densidad de las fibras de elastano es de 1,20 a 1,40 g/cm<sup>3</sup>. La tenacidad oscila entre 5 y 9 cN/tex y la elongación puede ser del 450 al 700 %. Son bastante resilientes y después de someterlas a altas extensiones experimentan una recuperación casi completa, aunque inferior a las fibras de caucho.

Reblandecen entre 150 y 200°C y funden entre 230 y 290°C. Arden con facilidad, pero funden y se retraen de la llama.

La recuperación de humedad es del 1,0 a 1,3% y la tasa comercial de humedad del 1,5%. Resisten bien la acción de los disolventes corrientes, incluidos los empleados en la limpieza en seco. Algunos tipos de fibras de elastano son solubles en dimetilformamida.

Pueden teñirse con colorantes dispersos, aniónicos, de complejo metálico, al cromo y colorantes reactivos, siendo relativamente fácil conseguir tinturas sólidas.

Las fibras de elastano son mucho más resistentes al ataque químico que las de caucho. Su resistencia a los álcalis es generalmente buena. Resisten bien la acción de los ácidos diluidos en frío, pero pueden ser más atacadas en condiciones más severas. Son alteradas por los agentes de blanqueo a base de clorito e hipoclorito con amarilleo, por lo que se suelen blanquear con peróxido de hidrógeno o con perborato.

Se comportan bien a los lavados repetidos y a la limpieza en seco y pueden secarse con facilidad a temperaturas inferiores a 120°C. El calor las ataca a altas temperaturas y la luz solar las daña lentamente amarilleándolas.

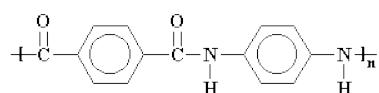
En general el comportamiento a la abrasión es regular, presentando en ocasiones tendencia a la formación de *pilling* ó deshilachado.

En lo que respecta a sus usos las fibras de elastano son cada vez más utilizadas en la fabricación de textiles elásticos. Se utiliza conjuntamente con otras fibras para fabricar tejidos óptimos para producir ropa interior, ropa femenina, calcetines. También está presente en pantis y medias así como en ropa deportiva y en ropa de baño, ya que gracias a sus propiedades elásticas otorga libertad de movimientos a los deportistas que la utilizan. También destaca su utilización en artículos ortopédicos.

## 2.25 Kevlar y Nomex.

Tanto el KEVLAR® como el NOMEX® son fibras de aramida. Las aramidas se definen como “fibras formadas por macromoléculas lineales a base de agrupaciones aromáticas unidas entre sí por grupos amida, de los que un mínimo del 85% están unidos a dos anillos aromáticos y un 50% puede ser reemplazado por grupos imida. En esta denominación se incluyen también las fibras de polí(amina-imida) como el Kermel. Prescindiendo de esta salvedad, las fibras de aramida se clasifican en dos grupos, las de tipo **meta** y las de tipo **para** según la posición del enlace amida sobre el anillo aromático, casi siempre bencénico.

El Kevlar es una fibra orgánica de la familia de las poliamidas aromáticas (aramidas), también se conoce como PPT (poliparafenilenterftalamida) donde se combina la gran resistencia con el peso ligero, y la comodidad con la protección. La fibra de Kevlar es cinco veces más fuerte que el acero tratándose del mismo peso, y ofrece un funcionamiento confiable y una resistencia sólida. Las principales razones para el uso de las p-aramidas son su alta tenacidad, alto módulo, baja elongación, baja densidad, termorresistencia, resistencia química, resistencia a la corrosión, aislamiento eléctrico, alta porosidad, etc. Este equilibrio de propiedades extraordinarias es lo que hace que Kevlar tenga una amplia gama de aplicaciones, que van de los chalecos antibalas a los guantes resistentes a los cortes, a las barreras anti explosiones y llamas, aplicación en materiales compuestos en aeronáutica. Además, las fibras de Kevlar pueden incorporarse en los equipos deportivos para dar como resultado el mejor rendimiento. Por ejemplo, las llantas de bicicletas resistentes a las perforaciones; el calzado deportivo para atletas profesionales, lanchas más ligeras, y velas de peso ligero que toleran fuertes vientos y de gran resistencia a la corrosión.



In Kevlar the aromatic groups are all linked into the backbone chain through the 1 and 4 positions. This is called *para*- linkage.

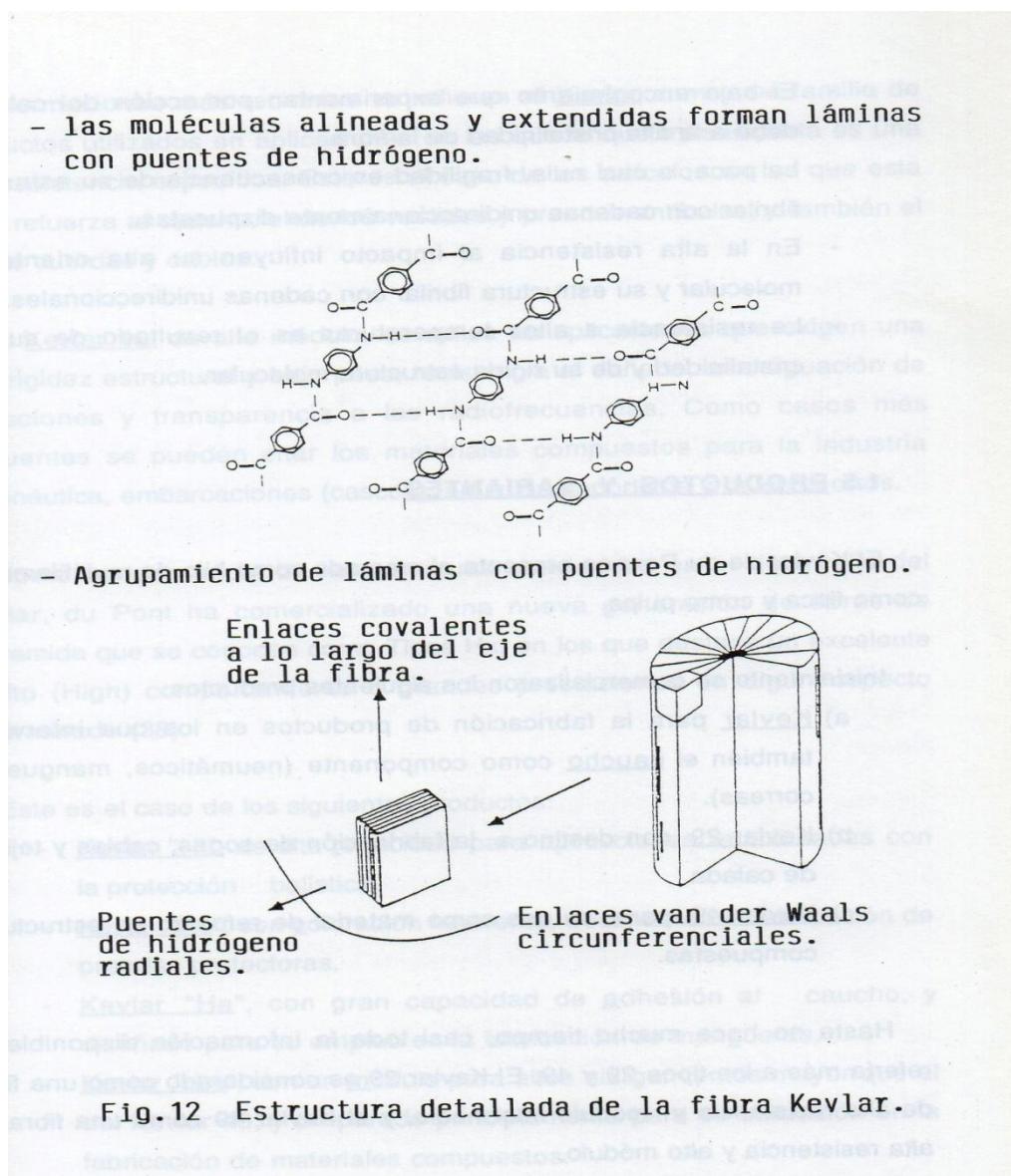
La aplicación por la que la fibra de Kevlar es quizá más conocida es por su uso en blindaje corporal resistente a las balas y cuchillos.

En la imagen siguiente se representa una imagen detallada de la estructura de la fibra de Kevlar. Como puede observarse se representan:

- Débiles fuerzas de Van der Waals, siguiendo la circunferencia.
- Puentes de hidrógeno, dispuestos radialmente.
- Enlaces covalentes correspondientes a la cadena macromolecular, en la dirección del eje de la fibra.

Las características más importantes de esta estructura son su:

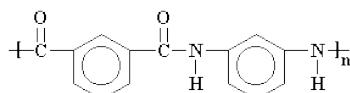
- Casi total para cristalinidad (próxima al 100%).
- Elevada orientación molecular.
- Estructura unidireccional de la cadena rígida.
- Fuertes atracciones entre cadenas vecinas.



Las fibrillas componentes de esta estructura están formadas por cristalitos agrupados cabeza contra cabeza, es decir que se suceden a lo largo de su longitud. A continuación se mencionan algunas de las propiedades más importantes de estas fibras relacionadas con uno o varios de los parámetros mencionados:

- El alto módulo, la elevada resistencia y la buena estabilidad dimensional son consecuencia, sobre todo, de la elevada orientación molecular.
- El bajo encogimiento que experimentan por acción del calor se debe a la alta cristalinidad de la fibra.
- La poca, o casi nula, fragilidad es consecuencia de su estructura fibrilar con cadenas unidireccionales, así como la alta resistencia al impacto.
- La resistencia a altas temperaturas es el resultado de su alta cristalinidad y de su rígida estructura molecular.

El **Nomex**, por otra parte, posee grupos meta-fenileno, es decir, los grupos amida se unen al anillo fenilo en las posiciones 1 y 3.

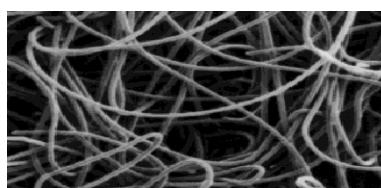


In Nomex the aromatic groups are all linked into the backbone chain through the 1 and 3 positions. This is called *meta*-linkage.

El Nomex es una poli(m-fenilen isoftalamida), se suele obtener mediante un proceso de policondensación en solución a baja temperatura, y en presencia de cal para neutralizar el ácido clorhídrico que se separa al reaccionar la m-fenilendiamina con el cloruro de isoftaloilo. El fluido de hilatura que contiene del 18 al 20% de polímero y 40-45% de cloruro de calcio, se hila en seco en un gas inerte caliente.

Las aramidas se utilizan en forma de fibras. Forman fibras aún mejores que las poliamidas no aromáticas, como el nylon 6,6.

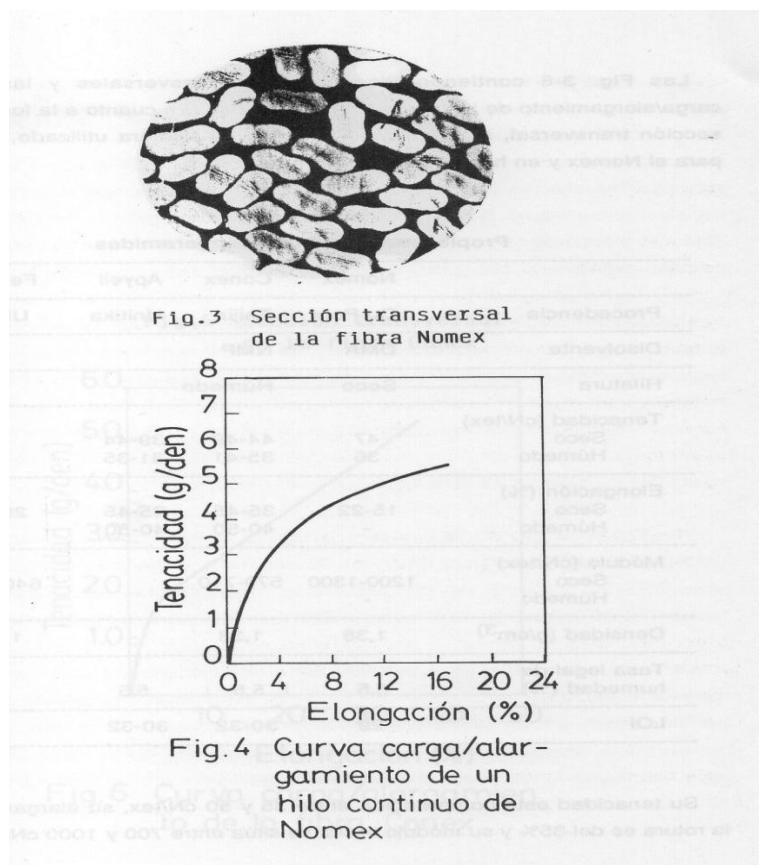
Las cadenas del polímero se pueden juntar aleatoriamente o se pueden orientar cuidadosamente de lado a lado en una fila. Resulta que la orientación de las cadenas del polímero es muy importante para ciertas características tales como flexibilidad, rigidez, y fuerza. La siguiente foto muestra el aspecto de la fibra de Nomex:



El Nomex se utiliza como aislante en los transformadores, asegurando que los servicios esenciales como centro de control de tráfico, hospitales, etc. tengan la energía necesaria para funcionar día y noche. Los motores y los generadores que forman parte del sistema eléctrico de emergencia o los equipos que funcionan en medios agresivos, también contiene la fibra Nomex.

Los bomberos están muy habituados a este polímero ya que sus trajes antiincendios son Nomex.

Su tenacidad está comprendida entre 35 y 50 cN/tex, su alargamiento a la rotura es del 35% y su módulo inicial se sitúa entre 700 y 1000 cN/tex.



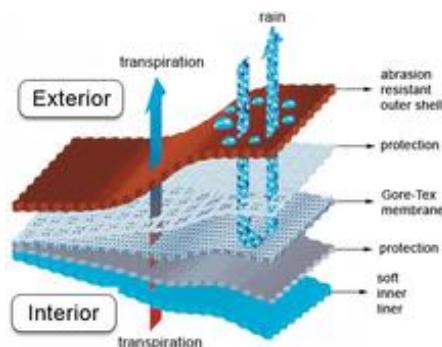
Cuando se expone al aire seco a 260°C, la fibra Nomex encoge el 1% en los primeros 20 segundos. La temperatura máxima a la que la fibra Nomex puede ser expuesta prolongadamente es del orden de 240°C no obstante, puede tolerar breves períodos de exposición a temperaturas más altas de 300 – 310°C. La exposición a temperaturas inferiores a 200°C no afecta para nada a la fibra.

## 2.26 Goretex.

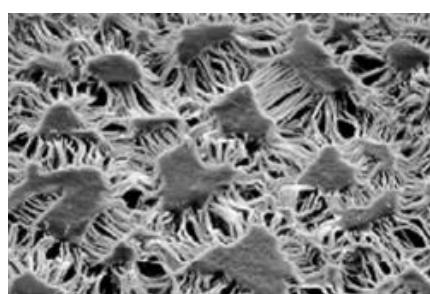
GORE-TEX es el nombre comercial (marca registrada) con el que se conoce popularmente a un tipo de tejidos especiales de tipo membrana, ampliamente utilizados en la confección de ropa deportiva para actividades al aire libre. Su principal ventaja es el hecho de combinar una gran ligereza, una alta impermeabilidad, que protege de los efectos del agua, el viento y el frío, y una **eficiente transpirabilidad** que facilita la evacuación de la humedad corporal resultante del ejercicio físico. Estas condiciones lo convierten en un tejido ideal para ser utilizado en prendas destinadas a la práctica de deportes al aire libre y en especial a los de montaña. El nombre tiene su origen en la marca registrada GORE-TEX del fabricante W. L. Gore & Associates, uno de los primeros en comercializar este tipo de prendas, y se utiliza popularmente para diseñar todas las prendas confeccionadas con tejidos de similares características aun cuando no sean exactamente iguales y otros fabricantes posean sus propias marcas registradas equivalentes. Ese mismo sistema existe en otras marcas, por lo cual, se puede acceder a la misma tecnología con menor precio.

Se utiliza también en cirugía vascular para suprir tejido venoso o arterial, también en electrónica. En aeronáutica se emplea como recubrimiento de los cables, dado que tiene un peso mucho menor que el aislante plástico tradicional.

### *Composición esquemática del Gore-Tex para ropa de exterior:*



**Membrana Gore-Tex bajo un microscopio electrónico. Tamaño aproximado de las islas 10µm:**



Como se observa es una membrana microporosa que nace de la expansión del *politetrafluoroetileno* y cuyas propiedades principales como se ha visto son: impermeabilidad, transpirabilidad y efecto cortavientos. Además esta membrana permanece inalterable al contacto con ácidos y agentes químicos, no le afectan fuertes oscilaciones térmicas y resiste bien a la tracción y a la abrasión. A su vez es hidrófoba, repele los líquidos evita manchas debido a fenómenos de tensión superficial.

Podemos sudar incluso con prendas transpirables: cuando la temperatura corporal aumenta, comenzamos a transpirar, sea cual sea la ropa que llevemos, hasta que alcanzamos un punto en el que el calor, la humedad o el sudor excesivos pueden sobrecargar la capacidad de evacuación de vapor de cualquier prenda, incluso la de una camiseta de algodón.

Cuando tenemos un exceso de sudoración, la humedad se acumula en el interior y produce sensación de incomodidad.

Para comprender el funcionamiento de los tejidos Gore-Tex® basta con mencionar que los poros de la membrana son aproximadamente 20.000 veces más chicos que una gota de agua; por lo tanto los líquidos no traspasan; y cada poro 700 veces más grandes que una molécula de vapor de agua. La humedad evaporada puede traspasar fácilmente la membrana logrando que usted permanezca seco y cómodo.

Entre las diversas pruebas a las que se somete a este tipo de tejidos podemos citar:

**Prueba de desgaste por flexión en frío.** Las fugas producidas por las flexiones en frío son un problema importante para muchos tejidos inducidos, porque la capa impermeable a menudo sufre fugas cuando está expuesta a temperaturas bajo cero durante un periodo determinado de tiempo.

En esta prueba de durabilidad, el tejido Gore-Tex® supera a los tejidos inducidos.



**El Índice de Transferencia de Vapor de Agua (MVTR).** El MVTR representa la cantidad de vapor de agua (en gramos) que puede evacuar un metro cuadrado de tejido durante 24 horas (gr./m<sup>2</sup>/24h).

Se han ideado más de 30 pruebas diferentes para medir la evacuación de vapor de agua. Sin embargo, muchas no predicen con exactitud el rendimiento del producto fuera del laboratorio porque no están diseñadas para determinar el grado de comodidad o transpirabilidad, o no tienen en cuenta la utilización real de la prenda. Baja Resistencia (RET) = Alta Transpirabilidad: el tejido y sus componentes limitan el paso de vapor de agua a través de éste.

Cuanto menor sea la resistencia al traspaso de vapor de agua, más transpirable será el tejido.

La resistencia a la transferencia de vapor de agua determina la capacidad del tejido de limitar el paso de las moléculas de vapor de agua desde una zona con una alta concentración de moléculas de vapor de agua hasta una zona con una baja concentración de moléculas de vapor de agua.

#### **Prueba de confort.**

En esta prueba el confort se define como un estado en el que no se siente ni frío ni calor. Es decir, es un estado de equilibrio entre el calor producido y el perdido. Para comprobar la comodidad de una prenda se comparan los resultados de laboratorio con la percepción subjetiva de los usuarios.

#### **Prueba de Índice de Pulverización.**

Durante el proceso de fabricación, todos los laminados Gore-Tex® son sometidos a un acabado final de repelencia al agua. Gracias a este acabado, el agua se descompone en gotas en el tejido exterior de la prenda.

La Prueba de Índice de Pulverización determina la capacidad de un tejido para repeler el agua. En esta prueba se moja el tejido con una simulación de lluvia y, a continuación, se comprueba la existencia de áreas mojadas no repelentes al agua.

Un índice de pulverización de 100 indica que no existe zona alguna que no sea repelente al agua.

#### **La Cámara de Lluvia.**

La *Cámara de Lluvia* es un equipo de prueba sofisticado para vestimenta exterior que simula diversas condiciones de lluvia.

Con el uso de boquillas de lluvia especiales colocadas de forma estratégica en la cámara, se puede probar el diseño impermeable de una prenda en condiciones de lluvia ligera hasta fuertes tormentas.



## MEZCLAS DE FIBRAS.

Una mezcla es la combinación íntima de fibras de diferente composición, longitud, diámetro o color que se hilan juntas para formar un hilo.

Una mezcla también es una tela que tiene hilos de un tipo de fibra determinado en la urdimbre e hilos de otro tipo determinado en la trama.

Un hilo de combinación es el que tiene dos cabos distintos de fibra, retorcidos en un solo hilo o cabo.

Las fusiones, mezclas y combinaciones dan a las telas propiedades que son distintas a las obtenidas con una sola fibra.

Las mezclas tanto binarias como ternarias se vienen realizando desde hace mucho tiempo y hoy en día son muy importantes para muchas aplicaciones textiles. El tejido denominado *franela Viyella* es una de las mezclas más antiguas, consta de un 55% de algodón y un 45% de lana que se ha fabricado en Inglaterra durante muchos años. Su aspecto es el de una lana ligera, con la ventaja de que no se afieltra y es fácilmente lavable. Como ejemplos de diseño de esta mezcla tenemos los *Long Johns* y el tejido *Covert* para cacería o prendas de campo. El *Cover Coat* es todo un clásico entre las prendas de abrigo y sus orígenes están ligados al mundo de la caza y la equitación. Si bien éste guarda gran similitud con el clásico *abrigo Chesterfield* (\*), con una hilera simple de botones cubierta, existen diferencias que cabe señalar. Se trata de un abrigo de corte más bien estrecho y corto, ya que como máximo llegará hasta la rodilla. La primera particularidad del *Cover Coat* y a la que debe su nombre, radica en su tejido, ya que se confecciona con tela *covert* o tela de mezcla más bien fina que permite su uso durante gran parte del año.

También se conoce el tejido denominado *Clydella* con 81% algodón y el resto lana de menor precio y el *Dayella* usado fundamentalmente para ropa de niños.



Marca distintiva del tejido *Viyella*

En la actualidad es posible encontrar todas las construcciones básicas de telas con mezclas de fibras.

No existe una fibra perfecta; todas tienen características buenas, regulares y deficientes.

La mezcla permite al técnico textil combinar las fibras de manera que las buenas cualidades se enfaticen y las deficientes se minimicen. La mezcla requiere conocimientos científicos y artísticos.

(\*) En el siglo XIX George Stanhope (1805-1866), sexto Duque de Chesterfield, popularizó el abrigo que se conocería con el nombre de dicho ducado. George Stanhope formaba parte de un grupo de *dandies* entre los que se incluían personajes importantes en el devenir de la moda masculina en la época victoriana como Lord Byron y el Conde d'Orsay. Stanhope no lo sabía, pero con el tiempo el abrigo Chesterfield, una pieza clásica británica, se convertiría en indispensable en todo armario de un caballero apasionado por el buen vestir.

**Las mezclas se hacen por varias razones; las fundamentales son:**

- 1.- Obtener efectos de teñido cruzado o crear nuevos efectos de color, como el jaspeado, cuando se mezclan fibras de distinta afinidad por los tintes y después se tiñe toda la pieza.
- 2.- Para mejorar la hilatura, el tejido y la eficiencia de los acabados, obteniendo uniformidad en el producto, como se hace con las mezclas de fibras naturales en las que se mejora la uniformidad.
- 3.- Para obtener mejor textura, tacto o aspecto de la tela. Por ejemplo puede emplearse una pequeña cantidad de *rayón* para dar lustre y suavidad a una tela de algodón.
- 4.- Por razones económicas. Las fábricas costosas se mezclan con otras más económicas o abundantes. En ocasiones da lugar a publicidad engañosa y fraude; ya que la fibra valiosa se mezcla en pequeñas cantidades pero se anuncia en un tipo de letra grande, por ejemplo **CASHMERE** y lana.
- 5.- Para producir telas que tengan una mejor funcionalidad o idoneidad al uso. Esta es quizás la razón más importante para el mezclado. En los usos finales en que la durabilidad es muy importante, se mezclan poliamida (Nylon) o poliéster con algodón o lana para dar resistencia a la abrasión, fácil planchado, etc. a la vez que se mantiene propiedades del algodón o la lana y su apariencia física.

En la siguiente tabla se indican las propiedades más destacables de las fibras más usuales.

Propiedades	Algodón	Rayón	Lana	Acetato	Nylón	Poliester	Acrílica	modacrílica	olefina
<b>Volumen</b>	-	-	+++	-	-	-	+++	+++	-
<b>Arrugas</b>	-	-	+++	++	++	+++	++	++	++
<b>Planchado</b>	-	-	-	+	++	+++	-		
<b>Absorbencia</b>	+++	+++	+++	+	-	-	-	-	-
<b>Elec. estática</b>	+++	+++	++	+	+	-	+	+	++
<b>Pilling o frisas</b>	+++	+++	+	+++	+	-	-	-	++
<b>Resistencia a tracción</b>	++	+	+	+	+++	+++	+	+	+++
<b>Resistencia a abrasión</b>	+	-	++	-	+++	+++	+	+	+++
<b>Estabilidad dimensional</b>	++	-	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<b>Resistencia al calor</b>	+++	+++	++	++	+	+	++	-	-

Para un final específico, una mezcla de fibras que se complementen dará un funcionamiento más satisfactorio en general que una tela con 100% de una sola fibra. Al mezclar fibras se obtiene un tejido con valores intermedios de propiedades con respecto de las fibras puras. Desafortunadamente los valores reales no se presentan en la misma proporción que el porcentaje respectivo de fibras en la mezcla.

Los fabricantes de fibras han llevado a cabo muchas investigaciones para determinar cuánto de cada fibra es necesario agregar en las diferentes combinaciones para obtener las propiedades deseadas en el tejido.

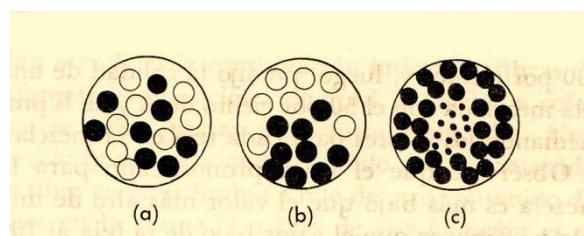
Es muy difícil generalizar sobre los porcentajes porque varían de acuerdo con el tipo de fibra, la constitución de la misma y el comportamiento que se espera. Por ejemplo una pequeña cantidad de nílon (15%) mejora propiedades mecánicas de la lana, pero para mejorar las mismas propiedades en el rayón es preciso un 60% de nílon. Para dar estabilidad se mezcla 50% de orlón (fibra acrílica) con lana en una tela tejida, pero en tejidos de punto es necesario agregar 75% de orlón.

Los fabricantes tienen bien controlados los *niveles de mezclado*, así Dupont recomienda una mezcla del 65% de poliéster Dacrón y 35% de algodón en las telas ligeras o de peso medio o 50% poliéster con 50% algodón para telas de traje.

Mediante el uso de variantes de diseño especial en las fibras es posible obtener el comportamiento deseado, así como el aspecto que se busca en la tela. Por ejemplo, algunas veces se busca que se produzca un encogimiento, decoloración y flexibilidad de la tela con el tiempo como es el caso de los pantalones de mezclilla o tejanos, aunque bien es cierto que estas características son indeseables en la mayoría de los casos.

Las mezclas pueden hacerse en cualquier etapa previa a la operación de hilatura. En ocasiones puede hacerse en el telar en el propio proceso de tejido.

Cuanto más pronto se mezclen las fibras en el proceso, mejor será la mezcla, en la figura se aprecia la sección transversal de un hilo, caso (a) se mezclaron los hilos durante la abertura y caso (b) se mezclaron los hilos en la mechera.



De un punto a otro en el hilo pueden presentarse variaciones, lo mismo que del exterior al interior. Las fibras largas y finas tienden a moverse al centro del hilo, mientras que las más gruesas y cortas migran a la periferia caso c.

**Las mezclas** más habituales de **la lana** son con la propia lana (mezclando lanas blancas con lanas pardas se consiguen colores naturales, con lo que no es necesario teñir y resultan atractivo por su aspecto natural. Mezclando distintos tipos de lana con poliéster, viscosa, acrílico y poliamida, con otros pelos nobles (alpaca, angora, vicuña y camello) incluso con algodón y lino para obtener sinergias de ambas fibras.

**Algunos ejemplos de combinaciones binarias y ternarias de fibras son:**

- **Algodón y poliéster**, (50:50 ó 40:60) mezcla interesante sobre todo porque tiende a no arrugar por lo que nos facilita la tarea del planchado y además secan rápidamente.
- **Algodón y acrílica** de mayor resistencia y excelente comportamiento en el lavado.
- **Lana y acrílica**, permite una mejor conservación de las prendas y artículos textiles.
- **Lana y poliéster** prácticamente inarrugable y se consigue con ella el plisado permanente.
- **Lana y cachemir.**
- **Seda y cachemir.**
- **Acetato y poliamida** se consigue un excelente aspecto y consistencia.
- **Viscosa y poliéster** de menor coste de producción que se refleja en artículos textiles muy económicos.
- **Algodón y viscosa.**
- **Algodón y lino.**
- **Algodón y ramio.**
- **Algodón y poliamida.**
- **Poliamida y poliuretano**
- **Acrílica, lana y poliamida.**
- **Lana, poliamida, poliuretano.**
- **Algodón, poliamida, poliuretano.**
- **Lino, ramio y algodón.**

### **Hilo mezclado sintético.**

El hilo poliéster/viscosa en blanco crudo, está hecho de fibra 3D x 60 mm. El poliéster es semi-mate y el viscoso es mate mezclado. Este hilo mezclado es usado ampliamente en los campos del tejido y el hilado.

### **Hilo Poliéster/Viscosa.**

El poliéster- viscosa es un hilo muy práctico y de coste bastante económico. Se puede presentar en blanco crudo, también en opciones teñidas, y es un hilo en espiral con un efecto crespón.

### **Hilo Acrílico / Poliéster.**

Usado tanto en la labor de punto y tejido, como en prendas de moda hechas de tejido de punto. Este hilo poliéster- acrílico es usado también en texturas que pueden ser empleadas para lencería de hogar.

### **Hilo Algodón / Acrílico.**

El hilo mezclado de algodón - acrílico se produce tanto crudo como teñido. Las mezclas tradicionales son 52:48 y 65:35. El rango de títulos de este hilo mezclado es usualmente desde Ne16s hasta Ne 40s.

### **Hilo Algodón / Viscosa.**

Este hilo algodón / viscosa es una mezcla de algodón y rayón viscosa.

### **Hilo Lino / Poliéster.**

Este hilo mezclado es una combinación de lino y poliéster. La mezcla de poliéster y lino está en el rango de 70 - 30 % o alrededor de éste. Este hilo mezclado es principalmente usado en la labor de punto y tejido. El parámetro aproximado del rango de titulación de este hilo mezclado está en la región de Ne 10/1 hasta Ne 40/1.

### **Hilo Nylon / Algodón.**

El hilo mezclado de nylon / algodón es un material muy útil en la industria del punto y del tejido. Las tasas de mezcla varían en diferentes ocasiones. Una de las mezclas comúnmente vistas es de 60% algodón con 40% de nylon.

### **Hilo mezclado Cachemir.**

Los hilos acrílicos de cachemir suaves, son mayoritariamente supersuaves. Este hilo mezclado viene en diferentes rangos de titulación. Hay muchas otras combinaciones efectivas de hilo mezclado, tales como algodón / cachemir, lana / cachemir, etc.

### **Hilos mezclados de seda.**

Una combinación es la seda mezclada con cachemir. Estolas y bufandas de seda mezclada son algunos de los productos generados a partir de este particular hilo.

### **3. Afinidad por la tintura y otros tratamientos químicos.**

Definimos la operación de tintura en su acepción más amplia, como aquel fenómeno o fenómenos mediante los cuales una sustancia atraiga o retenga más o menos sólidamente a una materia colorante. Llamaremos colorante a toda sustancia que posea la capacidad de teñir fibras.

El comportamiento tintóreo de las materias colorantes para fibras viene determinado por una serie de parámetros físico-químicos, entre los que se pueden destacar su solubilidad en medio acuoso, la velocidad y equilibrio de tinción y la forma de fijación sobre las fibras.

#### ***Solubilidad.***

Los colorantes ácidos y básicos que contienen en sus moléculas un número suficiente de grupos ionógenos del tipo  $\text{SO}_3\text{H}$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{NH}_2$  o  $\text{NH}_x$  son solubles en agua.

Los colorantes sustantivos, que lleven también grupos sulfónicos, carboxílicos y aminos en sus moléculas, son también solubles en agua.

Los colorantes que contienen en sus moléculas simultáneamente grupos ácidos y básicos son también solubles en agua.

#### ***Velocidad.***

La velocidad de tinción de la fibra en el baño tintóreo depende de la velocidad de difusión del colorante en la fibra, la cual a su vez es función de la movilidad molecular del colorante y de la constitución histológica (caso fibras naturales) o contextura (caso fibras químicas) del material fibroso a teñir.

La difusión del material colorante en la fibra cesa cuando se ha alcanzado el equilibrio de tinción, caracterizado desde el punto de vista termodinámico por la igualdad de potenciales químicos del colorante en el baño y en la fibra.

#### ***Fijación.***

La fijación de los colorantes en la fibra depende de su afinidad, la cual viene medida termodinámicamente por la diferencia de potenciales tipo del colorante en la fibra y en la disolución. La causa de la afinidad son las fuerzas intermoleculares de diversa naturaleza entre la fibra y el colorante. En general, la fijación de colorante en las fibras animales (proteicas) es debida fundamentalmente a fuerzas electrostáticas (enlace iónico), en las fibras vegetales o celulosicas a fuerzas adsorptivas o de Van der Waals y en las fibras sintéticas a uno u otro tipo, según su diversa constitución.

**La tintura es el proceso en el que la materia textil, al ser puesta en contacto con una solución de colorante, absorbe éste de manera que habiéndose teñido ofrece resistencia a devolver el colorante al baño.** El proceso molecular tintóreo es lo que llamamos cinética tintórea. En torno a esta definición de tintura, establecemos dos principios fundamentales:

- Que la tintura consiste en una compenetración entre colorante y fibra, que no es el recubrimiento exterior de una fibra con un colorante, sino absorción de colorante al interior de la fibra.
- Que es un proceso de efecto durable; si una fibra se destiñe fácilmente es que no ha sido teñida.

Lo mismo en teoría que experimentalmente en el laboratorio, se puede seguir el proceso tintóreo a nivel molecular, observando las diferentes fases por las que atraviesa una molécula de colorante:

**Difusión:** Movimiento de la molécula a través del líquido en el que se deposita, acercándose a la fibra textil.

**Absorción:** Contacto de la molécula de colorante con la fibra y penetración en su cuerpo físico.

**Difusión sólida:** La difusión del colorante a través del interior de la fibra.

**Fijación:** Es el establecimiento de enlaces estables entre las moléculas de la fibra y de colorante. Llegado a este punto de fijación se puede decir que el colorante ha teñido la fibra y el proceso de tintura ha terminado, estando todas las moléculas de fibra enlazadas con moléculas de colorante.

### **La difusión del colorante.**

Existen diversos factores que condicionan la difusión del colorante, acelerando o retardándolo, por ejemplo: el estado de agregación del colorante, la estructura cristalina de estas moléculas, las fuerzas de repulsión eléctrica desde las fibras o el tamaño de los "poros" amorfos en la estructura cristalina molecular de la fibra. Las moléculas del colorante que hay en una solución tintórea pueden agregarse formando macromoléculas, además de existir mono moléculas en el mismo baño. Pero sólo en agregación mono molecular este colorante puede ser absorbido por la fibra a tintar; cada mono molécula absorbida desplaza el equilibrio de agregación hacia la formación de más mono moléculas. Cuanto más alto es el índice de agregación del colorante más bajo será el de la velocidad de difusión de ese colorante. La velocidad de tintura está en relación con la velocidad de difusión del colorante.

La difusión del colorante se manifiesta exteriormente por lo que llamamos **la igualación**, la apariencia de regularidad y uniformidad que presenta la materia teñida.

## Leyes de Fick.

### Coeficiente de difusión.

En el principio del proceso tintóreo el colorante se distribuye en forma anular alrededor de la fibra; ello hace que en la superficie de esa fibra haya una elevada concentración de colorante y muy escasa o nula en su interior. Esa concentración exterior provoca el flujo de colorante hacia el centro del cuerpo a tintar. Las leyes de funcionamiento de este flujo son llamadas Leyes de Fick.

**La primera ley de Fick dice que el flujo de las moléculas de colorante es directamente proporcional al gradiente de concentración.**

$$J = -D \frac{dC}{dX}$$

J es el flujo y  $dC/dX$  es el gradiente de concentración.

D es la constante correspondiente al coeficiente de difusión.

El sentido negativo (-) es consecuencia del sentido del gradiente de concentración, que es opuesto al del flujo.

**El coeficiente de difusión se mide en  $\text{cm}^2/\text{seg}$ .**

Esta ley postula una relación lineal entre el flujo y el gradiente de concentración. Sin embargo no da idea de la variación de la concentración de colorante en el interior de los materiales en relación al tiempo.

**La segunda ley de Fick establece la relación temporal T de concentración:**

$$\frac{dC}{dT} = \frac{dC}{dX} \frac{C}{X} D$$

### Factores de difusión

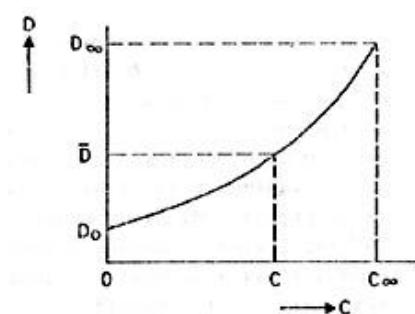
Los factores más influyentes en el coeficiente de difusión son los siguientes:

1. Concentración del colorante
2. Afinidad
3. Electrolito
4. Temperatura
5. Substrato
6. Peso molecular del colorante
7. Constitución del colorante

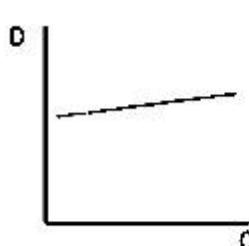
### Concentración del colorante.

Con el aumento de la concentración del colorante en el substrato aumenta el coeficiente de difusión; éste se da siempre como aparente y se mide por la curva de agotamiento.

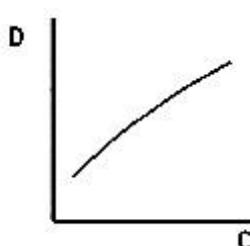
**El coeficiente de difusión D varía de cero a infinito, según varía la concentración C de cero a infinito**



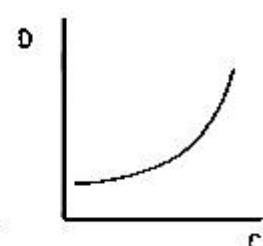
Al estudiar los colorantes posteriormente veremos que a cada tipo de fibra se le aplica un tipo de colorante; ello es necesario porque en la tintura el sistema fibra/colorante es fundamental. Por esta razón las tres curvas de agotamiento del ejemplo son muy distintas.



Col. dispersos



Col. directos

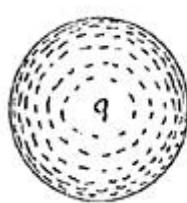


Col. ácidos y básicos

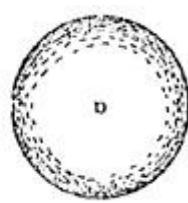
### La afinidad colorante-fibra.

Para el caso de la afinidad colorante-fibra, ésta no es directamente proporcional al coeficiente de difusión. Si se trata de una elevada afinidad, la tintura es rápida en el inicio de la penetración en la fibra, pero enseguida se ralentiza por la propia concentración del colorante en ese principio que frena más partículas de colorante con las suyas propias.

Las capas exteriores se tintan mucho y las interiores muy poco y muy despacio. Con baja afinidad, si bien el coeficiente puede que no aumente, sin embargo la penetración al interior es más uniforme. Puede verse el fenómeno en una sección transversal de una fibra al microscopio.



Gran afinidad



Baja afinidad

### **La presencia de sal (electrolito).**

La presencia de sal (electrolito) en el baño influye en la atracción-repulsión entre la fibra y el colorante; en ese sentido es cómo influye en el coeficiente de difusión. Para la tintura que precisa de electrolito, hay un grado óptimo de concentración de sal.

### **La temperatura.**

La temperatura es proporcional al coeficiente de difusión. Aumentar temperatura es agregarle energía al baño.

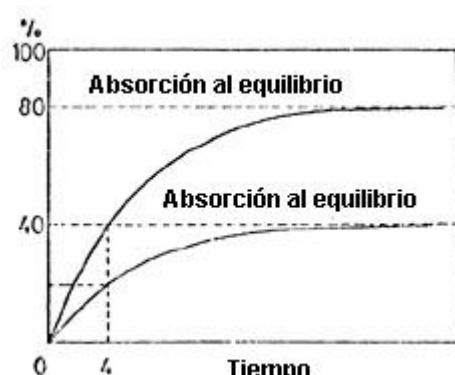
### **El substrato.**

El substrato a tintar es determinante en todo proceso tintóreo. Ya se ha visto que en algunas estructuras moleculares el colorante sólo puede ocupar las regiones amorfas de los mismos, no pudiendo, por ejemplo, romper la estructura cristalina de la formación molecular de esa fibra. Las fibras sintéticas una vez hiladas se someten a un estirado considerable, en el que la macromolécula se alarga y quedan sus cristales orientados unidireccionalmente. En esas condiciones es muy difícil que el colorante se aloje en el interior de la fibra. Lo mismo ocurre con el termofijado (tratamiento de las fibras a alta temperatura, 100°C en húmedo, 200°C en seco) para fijar sus dimensiones; la estructura de la fibra se altera y altera (puede alterar) el alojamiento del colorante en su interior.

### **Velocidad de tintura.**

**Se llama velocidad de tintura al peso de colorante absorbido por la fibra en una unidad de tiempo.** El peso de colorante absorbido se mide por defecto del porcentaje de agotamiento en el baño.

Este tiempo se toma como el necesario para que la fibra absorba la mitad de colorante que debiera absorber para el estado de equilibrio; es decir, que en interior de la fibra haya tanto colorante como para saturar la fibra y que la tintura se detenga. En el gráfico vemos dos colorantes con igual velocidad de tintura, teniendo distinto porcentaje de equilibrio, porque sus tiempos son iguales.



## **Factores influyentes.**

**Los factores influyentes en la velocidad de la tintura son**, por tanto, aquellos que actúan sobre el factor tiempo.

- **La temperatura del baño**, que modifica, como ya se ha anotado antes, el coeficiente de difusión del colorante, modificando así el tiempo que éste necesita para cubrir externa e internamente su espacio en la fibra.
- **Los otros factores** son de tipo mecánico, que modifican la superficie de contacto colorante/fibra: agitación del baño, agitación de la fibra, relación entre volumen del baño y peso de fibra, diámetro-sección de hilos, etc.

## **Poder igualador de un colorante.**

**Se llama poder igualador a la propiedad que tienen los colorantes de producir tinturas uniformes sobre los textiles**, de tal manera que las irregularidades de colorante existentes en el tejido antes de la tintada son corregidas en ella. Hay que tener en cuenta que esta propiedad es muy importante en el trabajo de tintura; que no se trata de una cuestión accesoria, sino que la calidad de tintura depende de que esta cuestión se resuelva para todo el substrato a tratar. La igualación no es algo instantáneo. Todas las fases de la tintura son decisivas para el buen resultado final.

**La igualación puede describirse en tres fases:**

- **Desde el comienzo de la tintura hasta que todo el textil ha contactado con el colorante.**
- **Fase de calentamiento y subida del colorante a la fibra.**
- **Fase de migración del colorante que se desplaza a través del baño, desde las partes más teñidas a las menos teñidas.**

En la primera y segunda fase pueden darse influencias incluso contra la igualación; es decir, las desigualdades de colorante pueden acentuarse. Hay que tener en cuenta si el colorante posee o no buenas propiedades migratorias; si son buenas, la igualación se conseguirá en la tercera fase; si no lo son, hay que actuar en la primera y la segunda, bien con la agitación de baño-fibra o bien bajando la temperatura o alargando (suavizando) la fase de calentamiento.

La concentración inicial de colorante ejerce un poderoso influjo de igualación, experimentalmente corroborado en la tintura de colorantes claros, siempre más difícil que en oscuros. Estas tinturas se inician siempre a baja temperatura.

En la fase de **calentamiento**, todo el género a tintar debe ser calentado uniformemente, de lo contrario favorecerá la desigualación.

La capacidad de **migración** de un colorante se mide por comparación de una muestra tintada y una de igual peso pero incolora. Ambas sumergidas en el mismo baño de tintura deben alcanzar el mismo matiz en un tiempo, que cuanto menor sea más capacidad de migración se le atribuye al colorante.

### **Compatibilidad de colorantes.**

Cuando se han de utilizar dos o más colorantes en una misma tintada, antes es preciso saber que todos son compatibles entre sí. Dos o más colorantes son compatibles entre sí cuando las velocidades absolutas de absorción son constantes o es constante la relación de colorante absorbido de cada uno, o bien si las propiedades de solidez son iguales para ambos. Durante el proceso de tintura, la forma de comprobar dicha compatibilidad es que interrumpido el proceso en cualquier momento, la fibra tintada muestre siempre el mismo tono.

Una forma de estudiar los mecanismos de carácter fisicoquímico que se producen en la tintura con colorantes reactivos sobre fibras celulósicas, es conocer cuáles son las principales variables que afectan el desempeño de los mismos en este proceso. Esta información se puede obtener en dos perfiles de variables que se denominan: Perfil SERF y Perfil RCM.

En el perfil SERF se determinan los factores de sustantividad (S), agotamiento (E), el porcentaje de fijación (R) y la tasa de fijación (F). Pero el rendimiento de un colorante reactivo también se puede estudiar mediante la Matriz de Compatibilidad de Colorantes Reactivos (RCM), que por medio de cuatro factores claves, delimita el comportamiento en el baño de tintura del mismo. Estos son: la sustantividad (S), el índice de la migración (MI), el índice o factor de igualación (LDF) y un índice de la reactividad del colorante (T50). Conociendo estas cuatro variables, podemos tener una medida de la compatibilidad de los colorantes, reduciendo al mínimo los peligros de incompatibilidad al realizar por primera vez una tintura en planta. Pero antes de continuar con el desarrollo de estos modelos, es necesario definir con precisión a cada uno de sus componentes o variables. A continuación se realiza una descripción cualitativa de las principales variables que intervienen en el estudio del comportamiento físico químico de los colorantes durante el proceso de la tintura.

### **SUSTANTIVIDAD.**

La sustantividad se define como la propiedad de ser absorbido, que tiene un determinado colorante por una fibra, y a su vez, la resistencia a la desorción que tiene, causada por la energía de unión entre fibra y colorante.

Este concepto es válido no solo para colorantes sino para cualquier producto en solución o dispersión en un baño de ennoblecimiento, como los blanqueadores ópticos, suavizantes, igualantes, etc.

La velocidad de absorción se puede controlar, usando la velocidad de migración para compensar la falta de igualación que ocurre durante las primeras etapas del proceso (ver agotamiento primario). Durante el agotamiento primario el colorante migra libremente, mientras que durante el agotamiento secundario la migración es insignificante. Palabras claves para sustantividad: propiedad de absorción / desorción.

### **AGOTAMIENTO.**

Definimos al agotamiento como el pasaje de un colorante (u otro producto en solución), desde el baño de tintura hasta la superficie textil, o bien como una diferencia de concentración del colorante en el baño desde el inicio del teñido hasta el momento en que se evalúe (p.ej. al finalizar la tintura). Esa diferencia se expresa como un porcentaje y se denomina: grado de agotamiento. Por ejemplo, para un agotamiento del 100% indica que todo el colorante del baño se encuentra sobre la fibra al momento de efectuar la medición. Este grado de agotamiento ejemplificado, no existe en la práctica, ya que como se vio al definir la sustantividad, hay un mecanismo de desorción por el que parte del colorante que subió sobre la fibra, vuelve al baño de tintura, estableciéndose una situación de equilibrio-dinámico.

Podemos distinguir dos tipos de agotamiento en la tintura de colorantes reactivos: Un agotamiento primario que tiene lugar en la fase inicial con la dosificación de sal y previo al agregado del álcali, y un agotamiento secundario posterior a la incorporación del álcali en el baño de tintura. Si tomamos como referencia un tono claro con menos del 1% de colorante respecto al peso de la fibra, tenemos que el agotamiento primario representa un 80%, mientras que el secundario es insignificante. Se comprende entonces la importancia de controlar el agotamiento primario para una buena igualación final. Palabras clave para agotamiento: Diferencia de concentración de colorante en el baño.

### **IGUALACIÓN.**

La igualación es el resultado de una propiedad de los colorantes denominada migración. Conceptualmente la igualación se puede definir como un estado de distribución homogénea del colorante sobre una superficie textil. En teoría un material textil inmerso en un baño de tintura, debería teñirse parejo en toda su superficie transcurrido un prolongado lapso de tiempo. Esto no sucede en la práctica pues necesitamos acortar los tiempos de tintura, por lo que (por diversos motivos) los colorantes suben desparejos.

De aquí surge la interesante conclusión que la igualación está ligada al tiempo o a la velocidad con que se desplaza el colorante sobre la superficie textil, que no es otra cosa que la velocidad de migración. Un colorante con una alta velocidad de migración (propiedad intrínseca) tendrá como efecto una alta capacidad de igualación y como resultado una tintura pareja o bien igualada. Por el contrario un colorante con alta sustantividad perjudica una buena igualación, ya que frena su movilidad (migración). Palabras claves para igualación: estado de distribución homogénea de un color.

#### **MIGRACIÓN.**

Como ya adelantamos, la migración es una propiedad intrínseca de los colorantes definida por la capacidad de desplazamiento cuando está en contacto con un material textil. Decimos que es una propiedad intrínseca, ya que cada colorante posee características propias de migración relacionadas al tipo de estructura molecular, clase de sustituyentes presentes en la molécula y cargas netas o momentos dipolares entre otras. Pero además la migración puede modificarse por factores externos como: temperatura del baño, concentración del colorante, el tiempo de tintura, la relación de baño, la circulación del baño (en teñido de empaquetados), o la circulación del material (en la tintura en molinete).

Pero además hay que tener en cuenta efecto del electrolito. Los colorantes con bajo índice de migración, bajo agotamiento secundario y alta sustantividad requieren la dosificación progresiva del electrolito al baño de tintura. Palabras claves para migración: propiedad intrínseca de capacidad de desplazamiento.

#### **REACTIVIDAD.**

Se define la reactividad de un colorante como el grado de reacción entre su grupo reactivo y la fibra textil para formar una unión covalente. Está expresada por la velocidad con que ocurre esta reacción en condiciones estandarizadas de aplicación, que varía para cada grupo reactivo en particular, aunque en todos los casos es en medio alcalino. Los mecanismos de reacción son de dos tipos: por sustitución nucleófila que se verifica en colorantes con grupo reactivo vinilsulfona de cadena alifática o por adición, como ocurre con aquellos con grupo reactivo aromático de monoclorotriazina. Existe un vínculo entre estos tipos de reacción y las propiedades de igualación. Los colorantes que operan por sustitución nucleófila poseen baja capacidad de igualación, mientras que lo que lo hacen por adición nucleófila tienen muy buena igualación.

Además, mientras los grupos reactivos por sustitución muestran buena estabilidad a los álcalis y menor a los ácidos, aquellos que reaccionan por adición tienen buena resistencia a los ácidos y pobre a los álcalis. Del mismo modo se puede verificar la relación entre la cantidad de grupos reactivos y la fijación y el agotamiento: a mayor cantidad de grupos reactivos (monofuncionales, bifuncionales, trifuncionales, etc.) aumenta de forma proporcional la fijación y el agotamiento. La tendencia de los colorantes reactivos a reaccionar con el material textil, también se verifica con el agua (hidrólisis), aunque la velocidad de reacción con esta es ciento de veces menor, lo que hace posible la tintura sin una pérdida significativa de eficiencia. Palabras claves para reactividad: reacción química entre colorante y fibra.

### **FIJACIÓN.**

La fijación es el resultado de la reacción del colorante con la fibra. Hay dos formas de expresar la fijación de los colorantes reactivos a las fibras celulósicas. **La fijación absoluta** (% de fijación): representa la cantidad de colorante que reaccionó con la fibra en relación con la cantidad inicial empleada. **La fijación relativa** (% de agotamiento): es la cantidad que reaccionó con la fibra con respecto al colorante agotado. Se la conoce como eficiencia de fijación. Los colorantes mono-funcionales presentan porcentajes de fijación del orden del 60%, con un agotamiento de un 70%. Estas cifras indican que el 40% del colorante aplicado se pierde en el efluente. Los colorantes bifuncionales, en cambio, tienen una fijación absoluta del 80%, con un 90% de agotamiento. Se puede observar que la pérdida de colorante al efluente se redujo a la mitad. Palabras claves para fijación: resultado de la reacción química de enlace colorante-fibra.

### **Perfiles SERF y RCM.**

Una vez conocidos los términos empleados para las variables fisicoquímicas de la tintura, su significado e interrelación, podemos estudiar el perfil SERF que permite asegurar una tintura con matiz bajo control y excelente reproducibilidad de partida a partida. Esto ocurre muchas veces por desconocer el comportamiento de ciertas variables, que son puestas de manifiesto en la matriz RCM, lo que permite acercarse al objetivo de realizar una tintura si necesidad de ajustes. Esto es, bien desde la primera vez. Con los siguientes valores se obtienen altas probabilidades de realizar una tintura bien igualada desde el inicio:

Sustantividad:  $S = 70\text{-}80\%$

Índice de migración:  $M_i > 90$

Índice de igualación:  $LDF > 70\%$

Índice de reactividad:  $T50 > 10 \text{ min}$

### **3.1 Clasificación de los colorantes.**

La clasificación tintórea de los colorantes se divide en:

#### **COLORANTES ACIDOS.**

Son colorantes aniónicos, solubles en agua, que contienen en sus moléculas grupos ácido como el sulfónico, el carboxilo, el nitro, etc. y que por tanto pueden teñir las fibras con grupos básicos como la lana, la seda, diversos tipos pelos animales, las poliamidas, etc. por formación de sales coloreadas

#### **COLORANTES BASICOS.**

Son colorantes catiónicos, solubles en agua, que contienen en sus moléculas grupos básicos, como el amino, mostrando por ello afinidad con las fibras que poseen grupos ácidos, como la lana, seda, poliacrilonitrilo, a las que tiñen directamente. Las fibras celulósicas son teñidas solamente por los colorantes básicos tras mordentado previo con sustancias ácidas como por ejemplo taninos.

#### **COLORANTES SUSTANTIVOS.**

Tiñen directamente las fibras celulósicas y en parte también las proteínicas. Contienen radicales sulfonio en forma de sal sódica, potásica o amónica. Por ser solubles en agua dan tintes de limitada solidez al lavado. Se mejora la solidez por tratamiento con ciertos productos auxiliares. Algunos de ellos pueden hacerse sólidos al lavado por diazotación y copulación posterior sobre la fibra, lo cual hace aumentar su tamaño molecular y disminuye consecuentemente su solubilidad.

#### **COLORANTES A LA TINA.**

Estos colorantes son insolubles en medio acuoso, pero por reacción de reducción se les transforma en la sal soluble, llamada "tina", con la cual se impregna la fibra y al exponer ésta al aire tiene lugar la reoxidación del colorante sobre la fibra a su forma inicial insoluble. Se trata de tintes sólidos al lavado. A este grupo tintóreo pertenecen muchos colorantes indigoideos, antraquinoides y al azufre.

#### **COLORANTES DE DISPERSIÓN.**

Son sustancias poco solubles en agua (azinas, aminoazoderivados, aminoantraquinonas, etc.), pero solubles en disolventes orgánicos, que sirven para teñir fibras artificiales y sintéticas (acetato de celulosa, poliacrilonitrilo, poliéster, etc.) a partir de suspensiones acuosas de partículas finamente divididas. La fibra extrae el colorante de la dispersión acuosa.

### **COLORANTES REACTIVOS.**

Estos colorantes poseen en su molécula un grupo reactivo mediante el cual se unen a la fibra con enlace químico. Así, por ejemplo, en las fibras de celulosa se fijan por eterificación o esterificación.

### **COLORANTES DE PIGMENTACION.**

Son sustancias insolubles (pigmentos inorgánicos, ftalocianinas, azoderivados insolubles, etc.) que por no presentar afinidad con las fibras requieren para su fijación el empleo de aglutinantes. En las fibras sintéticas pueden también incorporarse directamente en la masa plástica de hilar.

Existen también colorantes de complejos metálicos y colorantes sobre mordiente, así como colorantes sobre fibra.

La **clasificación química** de los colorantes los agrupa según su parentesco constitucional químico, es decir: azoicos, de trifenilmetano, antraquinónicos, indigoides, indigosoles, quinonimínicos, al azufre, ftalocianínicos y otros.

Los **colorantes azoicos son los más importantes**, ya que aproximadamente la mitad de los colorantes sintéticos utilizados en tintorería pertenecen a este grupo. Contienen en su molécula uno o varios **grupos azo -N=N-**, se obtiene por copulación de sales de diazonio con aminas aromáticas, fenoles, naftoles o enoles alifáticos. La copulación tiene lugar en general en posición *para* con respecto al grupo amino o hidroxilo, o en posición *ortho* si está ocupada.

Así tenemos colorantes monoazoicos como *Anaranjado II*, se obtiene copulando el diazoico del ácido sulfanílico con  $\beta$ -naftol, es uno de los más usados. Otros son: *Rojo sólido, Rojo Ponceau, Amarillo de anilina, Pardo Bismarck, etc.*

Los colorantes monoazoicos básicos resultan de la copulación de sales de diazonio con aminas aromáticas. Muestran afinidad con las fibras proteínicas y acrílicas.

Los colorantes monoazoicos de complejo metálico se forman por complejación de sales metálicas (colorantes sobre mordiente, al cromo y al cobre). Por ejemplo *Negro diamante, Rojo eriocromo*.

Los colorantes monoazoicos reactivos contienen en sus moléculas grupos reactivos, mediante los cuales se unen a la fibra por enlace covalente (colorantes Cibacron, Procion, Reatex, etc). Se usan principalmente para la tinción de fibras celulósicas a las cuales se unen por esterificación o eterificación de los grupos alcoholícos de éstas. La tinción se efectúa en medio alcalino para hacer la celulosa nucleófila.

Hay colorantes monoazoicos que se desarrollan sobre fibra. Tales materias colorantes son insolubles y por ello muy sólidos al lavado. Se forman con  $\beta$ -naftol y naftoles AS y arilamidas de cetoácidos. Pueden obtenerse todos los tonos del amarillo, al rojo, azul, verde y negro.

## **4. PROCESOS PARA LA ELABORACION DE TELAS.**

Una tela es una estructura más o menos plana, lo bastante flexible como para poder transformarse en prendas de vestir y en textiles para uso doméstico, así como para usos industriales donde se requiera cierta flexibilidad y características técnicas específicas. Las telas se pueden elaborar a partir de disoluciones, directamente de fibras, de hilos y de la combinación de estos elementos junto con una tela o material hecho previamente.

El proceso de elaboración de las telas determina el aspecto y la textura, su aspecto durante el uso, la conservación y el coste. Con frecuencia el proceso determina el nombre de la tela; por ejemplo, fieltro, encaje, tejido, doble de punto, jersey. La lista que se detalla a continuación proporciona una descripción breve de los procesos de fabricación de telas y de las características sobresalientes de las fibras típicas.

### ***Telas elaboradas a partir de disoluciones.***

**Películas:** la solución se hace pasar a presión a través de rendijas delgadas hacia una corriente de aire caliente o se deposita sobre un cilindro envolvente. Los polvos de moldeo se prensan entre rodillos calientes, similar al proceso de calandrado. Son a prueba de agua, de bajo coste, resisten la suciedad, no son fibrosas. Tienen permeabilidad deficiente. Son de baja resistencia a menos que tengan un soporte de tela. Mala caída. Pueden tener el mismo acabado de cualquier otra tela o tener su propio aspecto característico.

**Espuma:** se elabora introduciendo aire en una sustancia elástica o mediante aditivos gasificantes. Los que se utilizan más comúnmente son el hule y el poliuretano. Material voluminoso elástico. Proporciona calor y peso a bajo coste.

### ***Telas elaboradas directamente a partir de fibras.***

**Fieltro:** las fibras de lana se cardan y peinan, se depositan en forma de una lámina gruesa, se rocían con agua y se hacen pasar a través de unas placas calientes que las agitan, haciendo que las fibras se enreden e imbríquen unas sobre otras. No tienen grano. No se deshilacha ni se rasga. Absorbe el sonido. No tiene flexibilidad, resistencia, ni se recuperan del alargamiento.

**Géneros no tejidos (Aglomerados):** producidos por enlazado, entrelazado o ambos medios, de fibras textiles por medios mecánicos, químicos, térmicos o por uso de disolventes, así como por combinación de estos procesos. Es más barata que las telas tejidas o de punto. Se utiliza ampliamente para artículos desechables.

### **Telas elaboradas a partir de hilos.**

**Entretejido (trenzado):** los hilos se entrelazan en forma diagonal y a lo largo. Las telas son angostas. Se utilizan principalmente para ornamentos. Es elástica y fácil de amoldar a cualquier forma.

**Tejido de punto:** uno o más hilos dan lugar a una serie de bucles o mallas que se entrelazan. Es una técnica más rápida que el tejido en telar. Requiere más cantidad de hilo por unidad para lograr cubrición. Se trata de un tejido elástico, poroso y resistente.

**Encaje:** los hilos se anudan, se entrelazan los bucles o se tuercen para formar telas abiertas, casi siempre con alguna figura. Pueden ser orillas decorativas o piezas completas. Estructura abierta y porosa. Se elabora a mano o a máquina.

**Tejido en telar:** dos o más conjuntos de hilos se entrelazan perpendicularmente. Es la técnica de obtención de tejidos de mayor uso. Los modelos que resultan de combinar hilos dan interés estético y características especiales a la tela. Las telas se pueden destejer en los extremos. Las telas tienen grano. Las telas son rígidas, no se estiran en la dirección de la urdimbre ni de la trama

### **Telas compuestas (no separables).**

**Tejido revestido:** aplicación de un material semilíquido a una tela que actúa como base. Los materiales más usados para el revestimiento son el hule, cloruro de polivinilo y poliuretano. Más fuerte y más estable que las telas sin soporte. Muy utilizado para tapicería, bolsas de mano y prendas de imitación piel.

**Flocadura:** las fibras se fuerzan a penetrar en la base de una tela y se mantienen allí por medio de un adhesivo o enlace electrostático para constituir un dibujo de pelusilla sobre la tela, o bien para dar un aspecto aterciopelado en general. Los dibujos son muy usados en telas para vestidos, cobertores y telas para automóviles.

**Telas de espuma y fibra:** las fibras y la solución de poliuretano se mezclan, se moldea sobre un tambor o se hacen pasar a través de una rendija para formar una película. Se forman pelillos en ambos lados. Las fibras utilizadas son poliéster, nylon y rayón. Apariencia y textura similar a la gamuza, lavable a máquina y en seco, uniforme en espesor y calidad.

**Afelpado:** los hilos son transportados por medio de agujas y se hacen pasar a través de una base de tela donde se conforman en rizos que pueden rasurarse. Por ejemplo terciopelos, panas, felpas en general.

### **Telas de componentes múltiples.**

**Telas adheridas o laminadas:** dos o más telas se adhieren entre sí por medio de un adhesivo o cualquier proceso de termofijado. Menor coste que el tejido doble, en telar o de punto. Conserva el calor sin tener demasiado peso. Hace posible el uso de telas ligeras para prendas de uso a la intemperie. Las telas tienen cuerpo.

**Acolchadas:** una o dos telas con un relleno de guata, estopa o espuma se cosen. Son tejidos voluminosos, calientes, decorativos, muy usados en ropa de cama, tapicería, chaquetones y abrigos, sacos de dormir, ropa de invierno en general.

### **5. El tejido y el telar.**

El tejido se lleva a cabo en una máquina llamada *telar*. El telar ha sufrido muchos cambios, pero los principios y operaciones básicas siguen siendo los mismos. Los hilos de urdimbre se sostienen entre dos soportes y los hilos de trama se insertan y compactan para formar la tela.

El telar moderno básico consta de dos soportes o enjulios, uno para la urdimbre y otro para la tela, entre los cuales se encuentran los hilos de urdimbre. La urdimbre se eleva y se baja por medio de un dispositivo de mallas-lizos. Un *lizo* es un marco en que se sujetan las mallas. Una *malla* es un alambre con un orificio en el centro a través del cual pasa el hilo. Hay tantas mallas como hilos de urdimbre en la tela y se encuentran sujetas por dos o más lizos. Como puede verse en el diagrama de un telar de dos lizos cuando uno de ellos se eleva, los hilos forman *calada* a través de la cual se insertan los hilos de trama. Una lanzadera lleva el hilo de trama a través de esta calada. Un *peine* aprieta el hilo de trama sobre la tela para lograr así un tejido firme. El peine es un conjunto de alambres en un marco y los espacios entre ellos se llaman *dientes*.

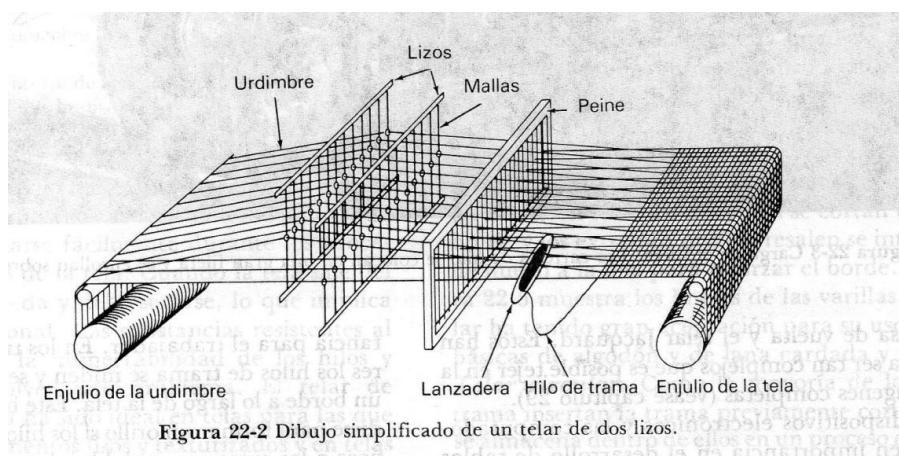


Figura 22-2 Dibujo simplificado de un telar de dos lizos.

La operación de tejido consiste en las siguientes etapas:

- 1.- *Formación de la calada*. La elevación de uno o más lizos para separar los hilos de urdimbre y formar una calada.
- 2.- *Picada*. Pasar la lanzadera a través de la calada para insertar la trama.
- 3.- *Ajuste de la trama*. El peine empuja el hilo de la trama para acomodarlo y apretarlo en su sitio en la tela.
- 4.- *Enrollado*. La tela terminada se enrolla sobre el enjilio delantero de enrollado.

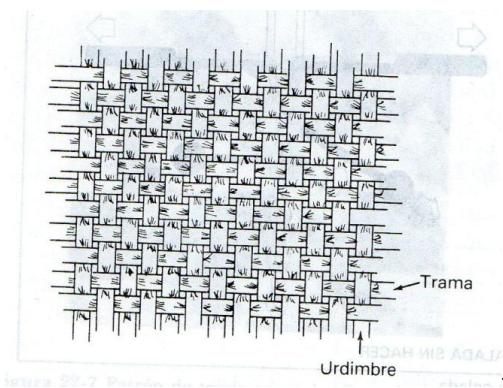
Para realizar diseños más complicados se utilizan lizos o viaderas adicionales. El número de lizos que un telar puede operar con eficiencia es limitado. Cuando la repetición del patrón o diseño requiere más de seis se agrega al telar un aditamento para controlar la elevación de los hilos de urdimbre.

## 6. Características de las telas tejidas.

Normalmente los hilos en las telas tejidas se entrelazan en ángulo recto. Un *ligamento* es el punto en que el hilo cambia su posición de la superficie de la tela al lado interior y viceversa. Cuando un hilo cruza más de un hilo a la vez, se forman *bastas* y la tela tiene menos ligamientos.

**Hilos.** Los hilos de *urdimbre* y de *trama* tienen diferentes características y la tela se comporta de forma distinta en las direcciones de urdimbre y de trama. La urdimbre debe resistir las elevadas tensiones del telar y la abrasión de la lanzadera a medida que pasa de un lado a otro, de manera que los hilos de urdimbre son más resistentes a la tracción y desgaste, de mejor calidad y tienen mayor torsión. Los hilos de trama pueden ser más decorativos o con alguna función especial, como los hilos crepé de torsión elevada o los hilos para perchado de baja torsión.

En la siguiente figura siguiente se observa la distribución de la urdimbre y de la trama.



**Las siguientes características ayudan a reconocer la urdimbre y la trama:**

1. El orillo siempre corre a lo largo de la tela (dirección de la urdimbre). El orillo se presenta en los laterales de la pieza de tela y suele ir encolado para evitar destejido.
2. La mayoría de las telas se estiran menos en la dirección de la urdimbre que en la de la trama.
3. Los hilos de urdimbre son más rectos en la tela debido a que están sujetos a la tensión del telar. Presentan menos ondulaciones.
4. Los hilos decorativos de más variedad colores o para un funcionamiento especial casi siempre corresponden a la trama.
5. Suele haber más número de hilos/ cm en la urdimbre que en la trama, es decir más tupida la urdimbre.
6. Los hilos de urdimbre suelen ser más finos que los de trama. La densidad lineal, título o número *tex* de los hilos de urdimbre menor que para los de trama.
7. En general, los hilos de urdimbre presentan mayor resistencia a la tracción (medido con dinamómetro) y más torsión (nº vueltas/ cm, medido con torsíometro) que los de trama.

**Hilo de la tela (Grano).** El hilo de la tela o *grano* es un término que se utiliza para indicar las posiciones de la trama y de la urdimbre en una tela. Las posiciones en la tela son las siguientes:

- Al hilo, es una posición a lo largo de cualquier hilo de urdimbre.
- Transversal, es una posición a lo largo de cualquier hilo de trama.
- Diagonal, corresponde a la diagonal de un cuadrado.
- Al sesgo, es cualquier posición en la tela entre la diagonal y el hilo en posición transversal.

Telas torcidas o fuera de grano. Este defecto se presenta en dos formas. Una tela con trama torcida se produce cuando uno de los lados de la tela se desplaza antes que el otro. El arqueado aparece cuando el centro de la tela se retrasa pero los dos lados se mantienen iguales a medida que la tela pasa por la rama tensora. El consumidor debe examinar una tela o prenda para ver si la tela se encuentra al hilo.

Se entiende por **cuenta** el número de hilos de urdimbre y trama por cm cuadrado de tela cruda. Puede variar durante el teñido y el acabado. La cuenta de hilos se representa escribiendo primero el número de la urdimbre, por ejemplo 80 x 76 o bien se indica como el total de ambas, como 156 hilos U+T/cm<sup>2</sup>.

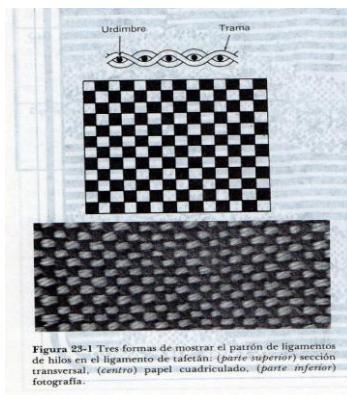
La **cuenta** de hilos indica la calidad de la tela: cuánto más alta sea la cuenta mejor será la calidad de la tela, puede utilizarse también para juzgar la facilidad para deshilacharse, encogimiento y durabilidad.

**Balance.** Es la relación de hilos de urdimbre a hilos de trama en una tela. Una tela bien balanceada tiene aproximadamente un hilo de urdimbre por uno de trama, o sea una relación de 1:1. Ejemplos de telas sin balancear son la popelina de algodón con una cuenta de 144 x 76 y una relación aproximada de 2:1 y el satén de *nylón* con una cuenta de hilos de 210 x 80 y una relación aproximada de 3:1. El balance no siempre se relaciona con la calidad. El balance y el número de cuenta son útiles para predecir el deslizamiento. Si la cuenta es baja, parece haber mayor deslizamiento en telas sin balancear que el producido en telas balanceadas.

## 7. Ligamentos básicos.

Los tres ligamientos básicos o disposición de los hilos de urdimbre y trama en un tejido son: *TAFETÁN*, *SARGA* y *SATEN*, pueden realizarse en un telar simple sin utilizar ningún aditamento.

**Ligamento de tafetán.** Es el más simple de los tres ligamientos fundamentales que se construyen en un telar simple. Se forman con hilos perpendiculares que pasan alternativamente por encima y por debajo de cada uno de ellos.



El ligamento tafetán solo requiere de un telar de dos lizos y es el menos costosos de fabricar. Se describe como un ligamento uno a uno. El ligamento de tafetán no tiene derecho ni revés a menos que esté estampado o se le dé un acabado superficial. No hay muchos entrecruzamientos por unidad de superficie, tienden a arrugarse más que otras telas, se deshilachan menos y son menos absorbentes que otros ligamientos.

En la forma más simple de ligamento de tafetán los hilos de urdimbre y los de trama son del mismo tamaño y se encuentran separados a la misma distancia, de manera que sobre la superficie aparecen iguales en un tejido plano balanceado.

Las telas balanceadas de ligamento de tafetán tienen un mayor tipo de aplicaciones que las de otro tipo de ligamento y por tanto constituyen el mayor grupo de telas tejidas. Pueden hacerse de cualquier peso, desde muy ligeras hasta muy pesadas. Se describen brevemente a continuación las más ligeras.

El *organdí* es la tela de algodón más delgada que se fabrica. Su ligereza y rigidez son el resultado de un acabado con ácido. Debido a esta rigidez se arrugan considerablemente.

El *linón* es una tela rizada que con frecuencia se estampa. La *batista* es la más suave de las tres. En su mayoría es mercerizada y con frecuencia se usa en tonos blancos o pastel. Las telas de batista también se fabrican en lana, poliéster y fibra de poliéster/algodón.

Las telas de tafetán balanceado de peso ó gramaje medio es el grupo más grande de telas tejidas. Estas telas tienen hilos de tamaño medio, un número de cuenta también medio y están construidas con hilos cardados o peinados, pueden acabarse de muy diversas formas o tejerse con hilos pre-teñidos. Cualquier tejido plano balanceado, que varíe en peso entre el linón y la tela para sábanas, se suele denominar *muselina*. Este es también el nombre para una tela de peso mediano en crudo o blanca.

### **Ligamento de sarga.**

En el ligamento de sarga cada hilo de urdimbre o de trama hace una *basta* sobre dos o más hilos de urdimbre o de trama, con una progresión de entrecruzamiento de uno a la derecha o a la izquierda para formar una línea diagonal identifiable, llamada *espiga*. Se entiende por basta la parte del hilo que cruza sobre dos o más hilos de la dirección opuesta.

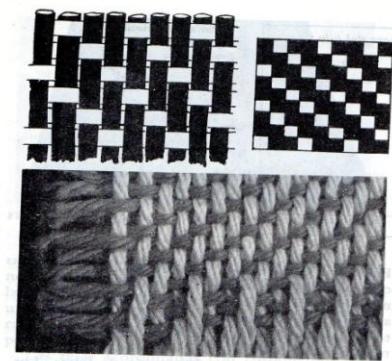


Figura 23-7 Ligamiento de sarga  $\frac{2}{1}$  Tercio arriba, uno abajo

Los tejidos de sarga varían en el número de lizos utilizados. La sarga más simple requiere de tres lizos. El tejido de sarga es el segundo tejido que se elabora en el telar simple. El tejido de sarga se identifica con frecuencia por medio de una fracción, por ejemplo 2/1 en donde el numerador indica el número de lizos que se elevan y el denominador el número de lizos que bajan al insertar un hilo de trama. La fracción debe leerse como dos arriba y uno abajo, en la figura se muestra la sarga 2/1.

Las telas de sarga tienen derecho y revés. Si la espiga de la sarga va a la derecha en un lado irá a la izquierda en el otro. Las telas delgadas casi nunca se hacen en tejido de sarga. Los diseños estampados no se utilizan excepto en seda y sargas ligeras, dado que de por si la superficie de la sarga presenta una textura y diseño interesante.

Hay menos entrecruzamientos lo que permite que los hilos se muevan con más libertad que en otros tejidos lo que proporciona mayor suavidad, flexibilidad y recuperación de arrugas. En las sargas es posible juntar más los hilos en el mismo espacio lo que proporciona telas más resistentes, por ejemplo sarga de Nimes típica de los pantalones vaqueros.

La *prominencia* de una espiga de sarga puede aumentarse usando bastas largas, hilos peinados, hilos de varios cabos, hilos de alta torsión o cuando el torcido de los hilos es opuesto a la dirección de la línea de sarga, así como mediante una cuenta de hilos más alta.

La *dirección* de la espiga de la sarga casi siempre va de la parte izquierda inferior a la parte derecha superior en lana y telas semejantes (sarga normal) y de la parte derecha inferior a la izquierda superior en el algodón y telas con mezcla (sarga invertida).

El *grado del ángulo* de la espiga depende del balance de la tela. La línea de sarga puede ser muy inclinada, regular u oblicua. Cuanta más diferencia haya entre el número de hilos de urdimbre y trama, más pronunciada será la línea de la sarga. Las telas de sarga muy pronunciada tendrán una alta cuenta de urdimbre y por lo tanto serán más fuertes en la dirección de la urdimbre. La importancia del ángulo es que sirve como guía para determinar la resistencia de una tela.

### **Ligamento satén.**

En el tejido de satén cada hilo de urdimbre hace una *basta* sobre cuatro hilos de trama (4/1) y se entrelaza con el quinto hilo de trama con una progresión de entrecruzamiento de dos a la derecha o a la izquierda, ver figura. O bien, cada hilo de trama hace una *basta* sobre cuatro hilos de urdimbre y se entrelaza con el quinto hilo de urdimbre (1/4) con una progresión de entrecruzamiento similar a la anterior de dos a la derecha o a la izquierda. En ciertas telas como el *damasco doble* y el *raso*, cada hilo hace una *basta* sobre siete hilos y se entrelaza con el octavo. El tejido de satén es el tercer ligamento básico que puede elaborarse en el telar simple, las telas con este tipo de ligamento se denominan satén y raso.

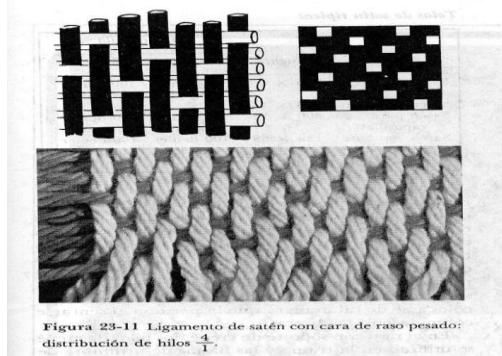
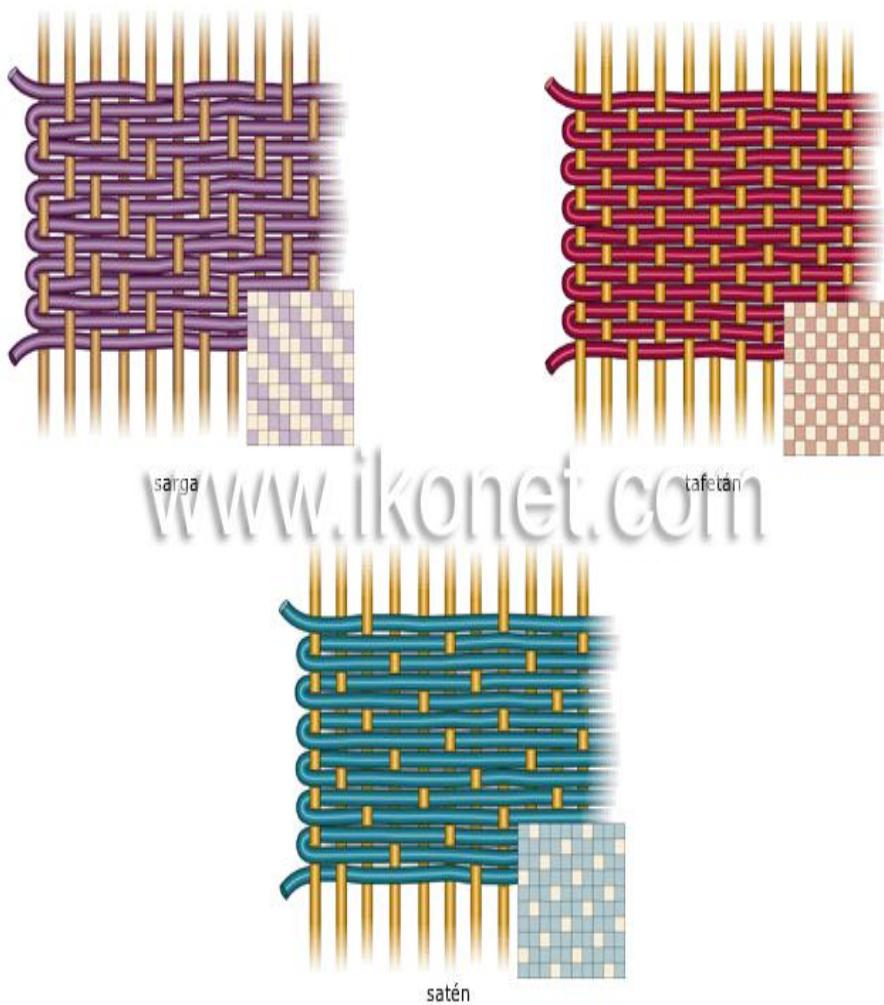


Figura 23-11 Ligamento de satén con cara de raso pesado: distribución de hilos  $\frac{4}{1}$

Las telas de tejido de satén se caracterizan por su lustre debido a las largas bastas que cubren la superficie. Todas estas telas tienen derecho y revés.

Una cuenta de hilos alta les da resistencia, durabilidad y cuerpo. El menor número de entrecruzamientos proporciona flexibilidad y resistencia al arrugamiento pero permite el deslizamiento de hilos y el deshilachado.

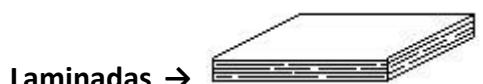
Las telas de raso casi siempre se elaboran con hilos de filamento brillante con muy baja torsión. Las bastas de urdimbre cubren por completo la superficie. Debido a las fibras brillantes de poca torsión y a las largas bastas, el raso es una de las telas más lustrosas que se fabrican. Se encuentran en muchos pesos para ser usadas en vestidos, forros, lencería, cortinas y tapicería. Rara vez tiene diseños estampados. Es especialmente conveniente para forros debido a que su cuenta tan elevada la hace muy durable y la superficie lisa permite que la prenda deslice con facilidad.



## 8. Clasificación de las telas.

Normalmente conocemos con el nombre de tela a láminas más o menos anchas, flexibles y consistentes, variando su aspecto en función de la materia de la que se parte, de su construcción y de su acabado.

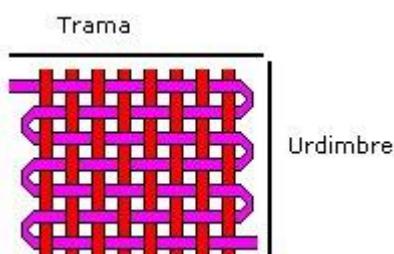
Las telas las podemos clasificar en 4 grandes grupos en el campo textil.



### Telas de Calada.

Está formada por una serie de hilos longitudinales que se entrelazan o anudan con otra serie de hilos transversales según una disposición preestablecida. Pertenece a este grupo el tejido común. A la serie de hilos longitudinales se les llama *hilos de urdimbre* y a la serie de hilos transversales se les llama *hilos de trama*.

Los hilos **transversales o de trama** se introducen entre los **de urdimbre ó longitudinales** por medio de diferentes sistemas (Lanzaderas, Pinzas, Proyectil, Chorro de Aire, etc.) a través de un ángulo que forman los hilos de la urdimbre llamado **CALADA** en el telar según el orden establecido.



## Telas de punto.

La base de este tejido es la malla que se forma mediante bucles entrelazados entre sí, lo cual le otorga elasticidad y extensibilidad al tejido.

El tejido de punto puede ser de **trama** o **recogida** y consiste en que un hilo alimenta a todas las agujas en el sentido de la pasada, también tenemos al tejido de punto por **urdimbre** en el cual cada aguja es alimentada por un hilo en el sentido de las columnas.

Este tejido se fabrica en máquinas llamadas **tricotosas** con una disposición rectilínea o circular, obteniéndose así tejidos abiertos o tubulares.



En el caso del punto de trama se escurre y se emplea sobre todo para medias, calcetería, ropa interior, ropa deportiva, jerséis, etc.

En el caso del punto por urdimbre no se escurre y se llama indesmearable, es un tejido más estable, se utiliza para lencería, corsetería, puntillas, cortinas, etc.

### TERMINOS CLAVES EN GÉNEROS DE PUNTO.

**Aguja de lengüeta.** Es el elemento fundamental en el tejido de punto circular, y tiene por función tomar y desplazar el hilo hasta la formación del lazo, en acción coordinada con otros componentes de la máquina, como la platina y los *jacks*.

**Galga.** Es un número que indica la cantidad de agujas en una máquina circular que hay en una pulgada lineal inglesa.

Ejemplo: Galga 24 - Expresa que hay 24 agujas en 1 pulgada inglesa (equivalente a 2.54 cm).

**Platina.** Su función principal es la de retener el tejido durante el ascenso de la aguja, desde la posición inicial a la de máxima subida, sujetándolo por las entremallas.

**Fontura.** Es el lugar donde se alojan las agujas, platinas y otros elementos de formación. Las máquinas de tejido de puntos circulares que trabajan con el sistema aguja y platina son monofontura. Con este tipo de disposición se tejen básicamente ligamentos jersey, pique, frisa, etc.

Las máquinas circulares que trabajan con el sistema aguja-aguja, son de doble fontura. Con este tipo de disposición se tejen ligamentos como *interlock*, *ribb*, *punto inglés*, etc.

**Carrera.** Es un defecto producido en los tejidos de punto por trama, cuando se corta un hilo y se pude destejer en sentido vertical.

## 8.1 LOS TEJIDOS. TEORÍA DE TEJIDOS.

### Su constitución.

Los tejidos constituidos por hilos longitudinales llamados **hilos de urdimbre** entrelazados con otra serie de hilos transversales llamados **hilos de trama** para formar un **ligamento**. Son los llamados tejidos de **calada**.

En el telar los hilos que constituyen la urdimbre se desenrollan en un cilindro llamado **plegador** y van colocados unos paralelos a otros. La trama es conducida a través de la **lanzadera** por la abertura llamada **calada**.

Cada hilo de urdimbre conserva el nombre de, simplemente, **HILO** y cada inserción de trama se le denomina **PASADA**.

### Ligamento.

Es la ley según la cual se enlazan los hilos con las pasadas para formar un tejido.

### Curso de ligamento.

Es el mínimo número de hilos y pasadas necesarias para representar un ligamento. Éste se repetirá tanto a lo largo como a lo ancho del tejido.

### Representación de un ligamento.

Se representa en un papel cuadriculado. Cada **columna** es un **hilo** y cada **fila** es una **pasada**. Los hilos se cuentan de izquierda a derecha y las pasadas de abajo a arriba.

Para indicar que un hilo pasa por encima de una pasada se marca con un signo y se dice que el hilo toma, se le da el nombre de **TOMO**. Cuando un cuadro no lleva signo o señal se dice que el hilo deja y al cuadrado se le llama **DEJO**.

Curso	6 p		X		X		X
	5 p	X		X		X	
	4 p		X		X		X
	3 p	X		X		X	
	2 p		X		X		X
	1 p	X		X		X	
	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	

El 1º hilo → TOMA en la 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> pasada. DEJA en la 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> pasada.

El 2º hilo → TOMA en la 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> pasada. DEJA en la 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> pasada.

### Escalonado de un ligamento.

Es el orden en que evolucionan los hilos con respecto a las pasadas o las pasadas respecto a los hilos.

Los escalonados pueden ser por urdimbre, por trama, regulares o irregulares y positivos o negativos.

- **Escalonado por Urdimbre.** Es el número de pasadas que hay entre el tomo marcado en un hilo y el tomo marcado en el siguiente hilo contando el de éste último. Se representa con la letra **e** seguida del valor o valores correspondientes.
- **Escalonado por Trama.** Es el número de hilos que hay entre el tomo marcado en una pasada y el tomo marcado en la pasada siguiente contando el de esta última. Se representa con la letra **et** seguida del valor o valores correspondientes.
- **Escalonado Regular e Irregular.** El escalonado de un ligamento es regular cuando siempre tiene el mismo valor y es irregular cuando tiene 2 o más valores. Cuando el escalonado es irregular se colocan las cifras a la derecha de **e** ó **et** y hay que indicar el número de pasadas, con la letra **p** o el número de hilos, con la letra **h**.
- **Escalonado con calor negativo.** Cuando un escalonado tiene valor negativo estos se cuentan en sentido contrario al indicado.

**Ejemplo 1:** En un curso **5h x 5p**, representar el escalonado **e 2**.

			1		X	
		X				1
					X	
	X					1
1			X			

**Ejemplo 2:** En un curso **5h x 7p**, representar el escalonado **e 3**.

	2		1	X		2
	1	X		2		1
X		2		1	X	
2		1	X		2	
1	X		2		1	X

**Ejemplo 3:** En un curso **7h x 7p**, representar el escalonado **e 3,2,6,1,3,3.**

		2		2		X
		1		1		2
	X		X			1
1		X			X	
X		5			2	
2		4			1	
1		3		X		

**Ejemplo 4:** En un curso **5h x 5p**, representar el escalonado **et 3.**

		1	2	X
2	X			1
	1	2	X	
X				1 2
1	2	X		

**Ejemplo 5:** En un curso **7h x 7p**, representar el escalonado **et 3,1,7,3,4,1,1.**

					X	
				X		
1	2	3	X			
				1 2	X	
4	5	6	X	1 2	3	
			X			
1	2	X				

**Ejemplo 6:** En un curso **7h x 7p**, representar el escalonado **e 3,-1,2,-2,-1,3,-3.**

			<b>X</b>			<b>X</b>	
<b>X</b>		1	-1		2	-1	
2	<b>X</b>		<b>X</b>		1	-2	
1				<b>X</b>		<b>X</b>	

#### Base de evoluciones.

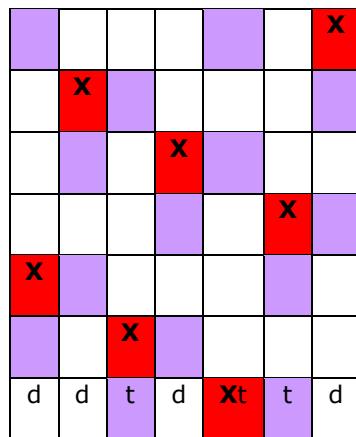
Es la colocación relativa de las pasadas de un ligamento con respecto a los hilos, *Base de Evolución por Urdimbre* o la de los hilos con respecto a las pasadas, *Base de Evolución por Trama*.

La base de evolución se cuenta a partir del punto de escalonado incluido éste. Se representa con la letra **b** cuando es por urdimbre y con las letras **bt** cuando es por trama, a continuación de la letra se ponen los valores correspondientes.

**Ejemplo 7:** En un curso **7h x 7p**, representar el escalonado **e 3 b 3,2,2.**

d							<b>X</b>
d	<b>X</b>						
t			<b>X</b>				
t					<b>X</b>		
<b>Xt</b>							
t		<b>X</b>					
t			<b>X</b>				

**Ejemplo 8:** En un curso **7h x 7p**, representar el escalonado **e 5 bt 2,3,1,1**.



### Enunciado de un ligamento.

Un ligamento queda bien determinado cuando se conoce su escalado y su base de evolución.

**Ejemplo: e 5 b 3,2**

**Regla para calcular el número de hilos o de pasadas de un ligamento de escalonado irregular.**

Se multiplica el número de pasadas o de hilos que se dan por el número de cifras del escalonado; éste producto se divide por el máximo común divisor (MCD) (el mayor divisor común) del número de pasadas o de hilos que se dan y la suma algebraica de las cifras del escalonado.

**Ejemplo 9:** Representar el siguiente ligamento: **6p e 3,4**

$$\text{Nº de hilos: } \frac{6 \times 2}{\text{MCD (6 y 7)}} = \frac{12}{1} = 12 \text{ hilos}$$

6	2	7	7	
3	3	1	1	
1	1			

**12 h x 6 p**

					X				X
		X					X		
	X					X			
X				X					
		X							X
	X								

### Ligamentos Ligeros, Pesados y Neutros.

Según la base de evolución que se aplique al escalado de un ligamento, éste puede ser ligero, pesado o neutro según tengan más dejos que tomos, más tomos que dejos o un número igual o aproximado de tomos y dejos.

**LIGEROS: + dejos - tomos**

**e 1 b 1,5**

									X
								X	
						X			
				X					
			X						

**PESADOS: + tomos - dejos**

**e 1 b 5,1**

					X
					X
				X	
			X		
		X			
X					

**NEUTROS: - = tomos y dejos**

**e 1 b 3,3**

					X
					X
				X	
			X		
		X			
X					

**e 1 b 1,1,1,1,1,1**

					X
					X
				X	
			X		
		X			
X					

## 8.2 Clasificación de los ligamentos.

	Fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafetán.</li> <li>• Sarga.</li> <li>• Raso.</li> </ul>
Ligamentos Simples	Del Tafetán	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teletón.</li> <li>• Esterilla.</li> </ul>
Derivados	De la Sarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batavia.</li> <li>• Romana.</li> <li>• Satina.</li> <li>• Quebrada.</li> </ul>
	Del Raso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granitos.</li> <li>• Acanalados.</li> <li>• Oblicuos.</li> <li>• Diagonales.</li> </ul>

### LIGAMENTOS SIMPLES

#### Ligamento Tafetán.

Se compone de un escalonado de 1 en ambas direcciones. **1 e 1** (Curso del ligamento 1 + 1 = 2)

Es el ligamento de curso más pequeño (2h x 2p). Es el ligamento neutro por excelencia y el de más densidad. No tiene derecho ni revés.

**6h x 6p 1 e 1**

	X		X		X
X		X		X	
	X		X		X
X		X		X	
	X		X		X
X		X		X	

El tafetán permite muchas variaciones en el aspecto del tejido, entre ellas:

- 1- **Superficie muy fina:** usando hilos y pasadas finas y cuentas muy crecidas (es decir, muchos hilos).
- 2- **Granito:** los hilos de urdimbre y trama más gruesos.
- 3- **Tejidos claros o transparentes:** con una urdimbre y una trama de cuenta muy reducida (ejemplo: gasa de cirugía o cañamazo).
- 4- **Acanalados transversales y horizontales:** utilizando una urdimbre o una trama más gruesa.
- 5- **Listas y cuadros:** alternando hilos en grupos en diferentes gruesos, cuentas.
- 6- **Crespones:** alternando hilos con diferentes torsiones y generalmente de gran valor de torsión.

#### **Ligamento Sarga.**

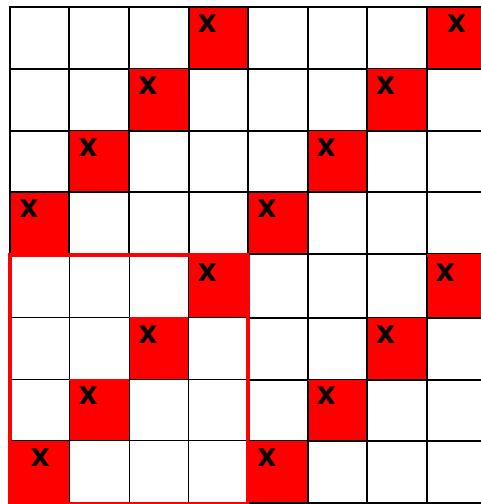
Se caracteriza con unos bordones (cordones) en sentido de la diagonal producido por puntos de ligadura que se juntan en ángulo.

Su escalonado es: **n e 1**, siendo **n** cualquier número mayor que 1. Las sargas que se pueden obtener son ilimitadas pero sólo se utilizan de curso pequeño. Suelen tomar el nombre del curso de la misma.

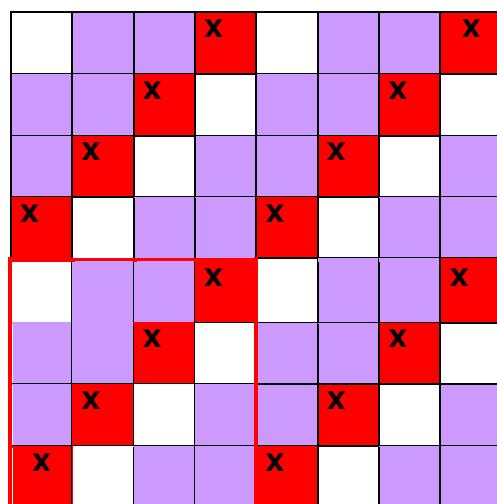
#### **Sarga de 3**

		X			X
	X			X	
X			X		
		X			X
	X			X	
X			X		

Sarga de 4 ligera 8h x 8p 3e 1 b 1,3



Sarga de 4 pesada 8h x 8p 3e1 b 3,1

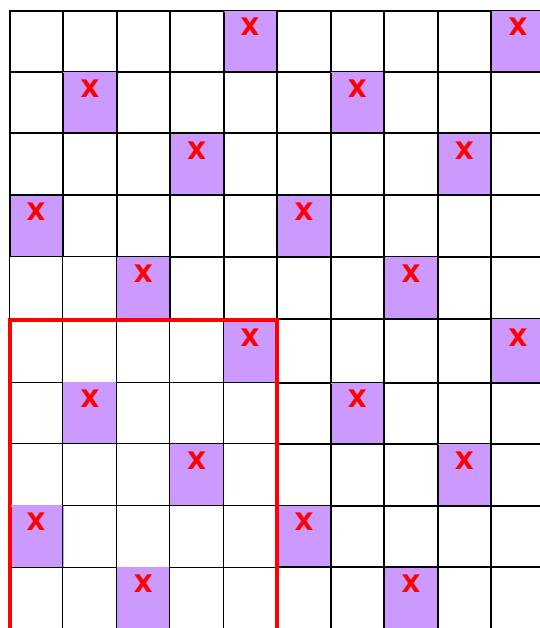


## Ligamento Raso.

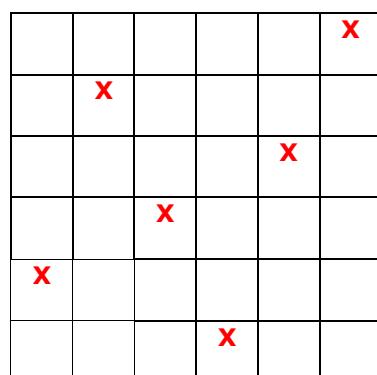
Es el ligamento cuyos puntos de escalonado hacen saltos diferentes a la unidad. Produce, generalmente, una superficie más lisa y brillante que los ligamentos anteriores por tener los puntos de ligadura más diseminados. Su escalonado es:  $n \neq m$ , siendo  $n$  y  $m$  cualquier número distinto a la unidad.

Pueden ser ilimitados pero se suelen usar de curso pequeño, uno de los más utilizados es el Raso de 5.

**Raso de 5.** Escalonado regular 2. 10h x 10p



Existe un raso irregular muy característico que se denomina "*El Raso de la Reina*" y su enunciado es: **6h x 6p e 2,3,4,4,3,2**



## LIGAMENTOS SIMPLES DERIVADOS.

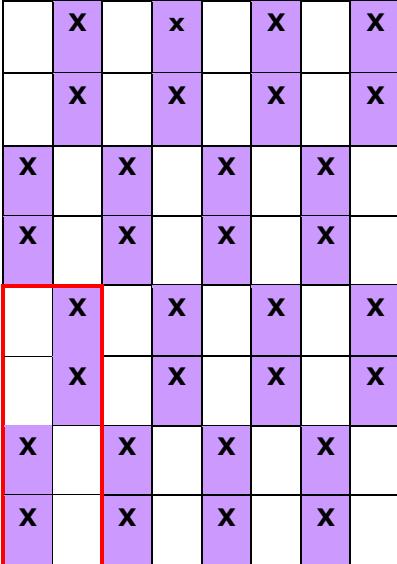
Se obtienen por ampliación o modificación de los ligamentos fundamentales o por la aplicación en los mismos de bases de evolución determinadas.

### Derivados del Tafetán

#### Teletón.

También llamado acanalado. Constituye una serie de ligamentos cuyos hilos y pasadas evolucionan como el tafetán pero formando grupos de 2 o más. Puede ser por urdimbre o por trama.

**Teletón por Urdimbre.** Se obtiene, generalmente, fijando 2 bases de evolución, una por urdimbre compuesta de 2 cifras iguales y otra por trama compuesta por 2 unos.

$8h \times 8p$ <b>bu</b> <b>bt</b>	<b>2,2</b> <b>1,1</b>	Curso	
--	--------------------------	-------	---

**Teletón por Trama.** Se obtiene dando una base de evolución por urdimbre compuesta de 2 unos y una base de evolución por trama compuesta de 2 cifras iguales.

<b>9h x 9p</b>	<b>bu</b>	<b>1,1</b>	
	<b>bt</b>	<b>3,3</b>	
Curso			

### Esterilla.

Se obtiene fijando 2 bases de evolución, una por urdimbre y otra por trama. Dichas bases deben estar compuestas por un número par de cifras iguales.

<b>8h x 8p</b>	<b>bu</b>	<b>2,2</b>	
	<b>bt</b>	<b>2,2</b>	
Curso			

### Derivados de la sarga.

#### Sarga Batavia.

Se obtiene aplicando a la sarga fundamental una base de evolución compuesta de 2 cifras iguales o aproximadamente iguales.

Tejido Madrás: **8h x 8p 3e1 b2, 2**

				X					
			X					X	
		X					X		
X					X				
				X					
									X
		X						X	
					X				
	X								

#### Sarga Romana.

Se obtienen aplicando a la sarga fundamental una base de evolución compuesta de un número impar de unos seguidos de otra cifra diferente a la unidad.

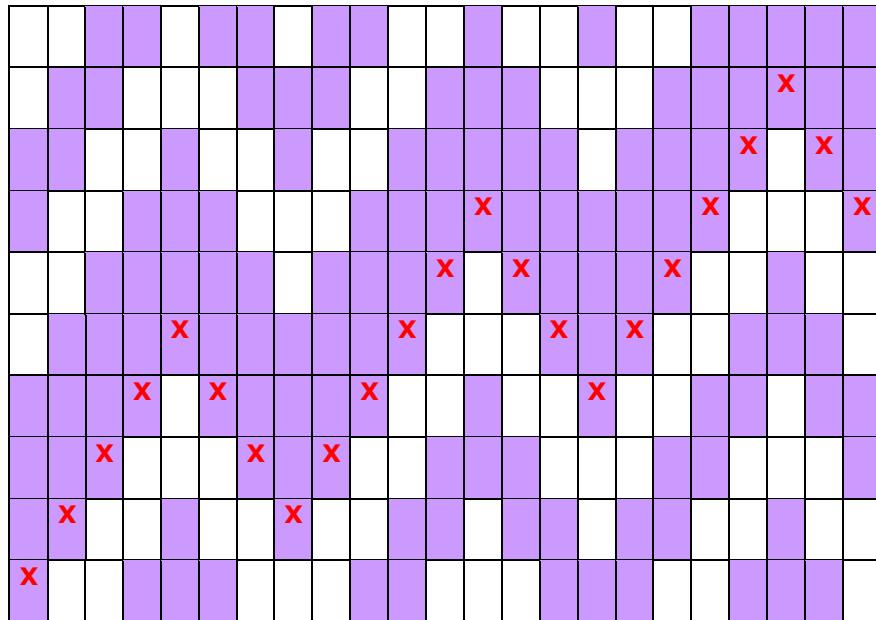
**8h x 8p 7e1 b1,1,1,1,1,3**

									X
								X	
							X		
						X			
					X				
				X					
			X						
X									

### Sarga Quebrada.

Presenta características de líneas quebradas, es decir, se producen máximos y mínimos de manera continua. El escalonado está compuesto por valores positivos y negativos.

**23h x 10p e1,1,1,1,1,-1,-1 b 4,2,2,2**



## Derivados del raso.

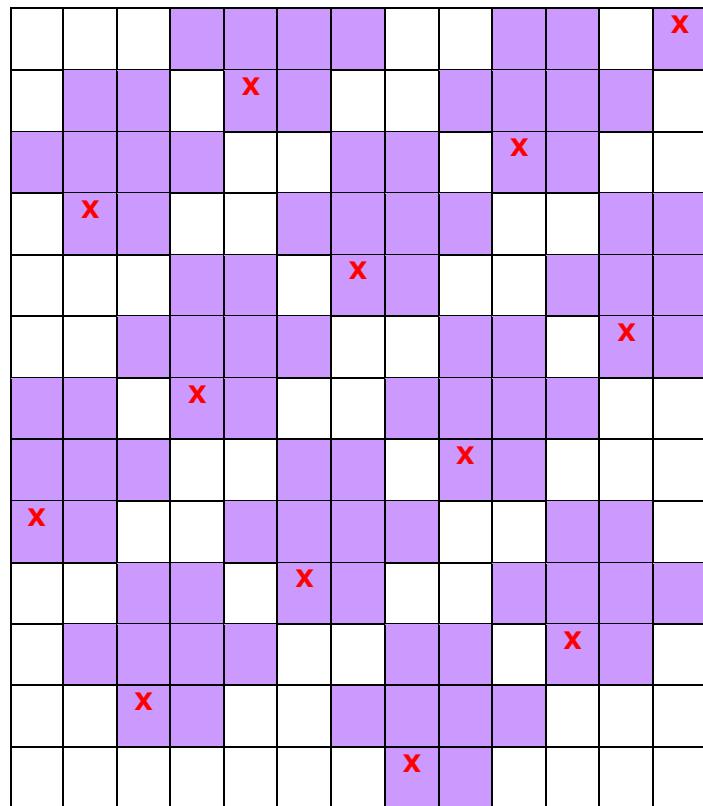
### Granitos.

Son aquellos que contienen grupos de bastas, generalmente, alrededor de cada punto de escalonado y que nos da un efecto de granito.

**13h x 13p e5**

Se coloca el siguiente dibujo en cada punto de escalonado

x x  
x x x x  
x x



### **8.3 Análisis del tejido. Parámetros básicos.**

#### **Artículo.**

Nombre típico del tejido: Franela, Cheviot, chenilla, Pata de gallo, adamascado, piqué, percal, organdí, raso, ojo de perdiz, muselina, terciopelo, etc.

#### **Haz y Envés.**

- La determinación depende de una serie de reglas:
- El haz del tejido suele estar más tundido, es decir, tiene el pelo más igualado.
- Si es una sarga la dirección es de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha.
- Si es de pelo este está por la parte del haz.

#### **Urdimbre y Trama.**

- Si tiene orillo nos marca la dirección de la urdimbre.
- La densidad generalmente es mayor la de urdimbre que la de trama ( $\Delta u > \Delta t$ ).
- Si es de rayas generalmente están en el sentido de la urdimbre.
- Si tiene cuadros suele ser algo más alargado en el sentido de la urdimbre.
- Si tiene pelo nos marca la dirección de la urdimbre.
- Si es una sarga la dirección es de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha.

#### **Superficie y Peso.**

Se halla la superficie de la muestra a ensayar y se expresa en  $m^2$  y el peso en gramos.

#### **Peso por Metro Cuadrado o gramaje o densidad superficial.**

Después de haber cortado la muestra con unas dimensiones de forma geométrica regular y haber hallado su superficie y se peso, hallamos el peso metro cuadrado por la siguiente fórmula:

$$Pm^2 = \frac{\text{gr}}{m^2}$$

**Ancho Acabado (Aa).**

Depende del artículo, oscila entre 70 cm para forrería, hasta 1,50 o 1,60 m para pañería.

**Peso Metro Lineal:**  $Pml = Pm^2 \times Aa$

**Densidades.**

Se determinan contando los **hilos que hay en 5 cm**, por urdimbre y por trama y se pone el número de hilos que hay en un centímetro.

**Torsiones.**

Se determina si la torsión es **S** ó **Z**, si es a 1 cabo, a 2 cabos y el número de vueltas de torsión a 1 cabo o a los que tenga. Se precisa un torsiómetro.

**Número del Hilado.**

Se halla siempre el *número tex* y posteriormente se halla el *número propio* de la materia que trabajemos.

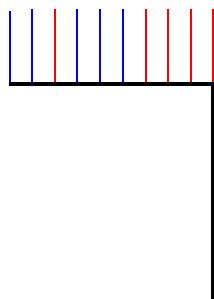
**Materia o fibras componentes.**

Se determinan las materias constituyentes, indicando el tanto por ciento de la fibra que contiene. Primero en estado deshidratado y luego corregido con las tasas legales de humedad. Si es mezcla conviene hacer un análisis químico. Normas de consulta:

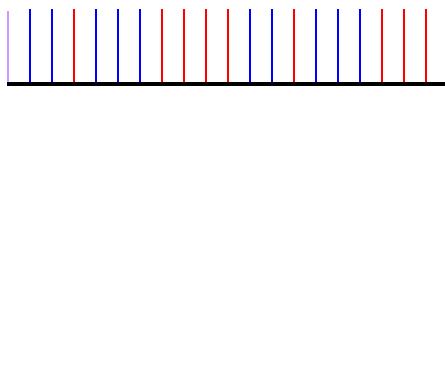
**REGLAMENTO (UE) Nº 1007/2011. UNE-EN ISO 1833:2011. Etiquetado de productos textiles y Análisis Químico Cuantitativo de mezclas de fibras textiles binarias y ternarias.**

### **Disposición de colorido.**

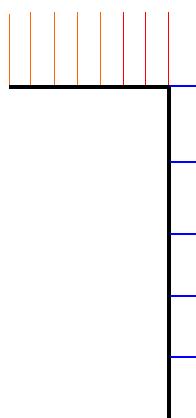
Se determinan todos los colores que intervienen en la urdimbre y en la trama y se anotan en la disposición y recogiendo cada uno de los que se saque.



Color	Disposición			
Rojo	4		1	
Azul		3		2
Total de hilos	10			



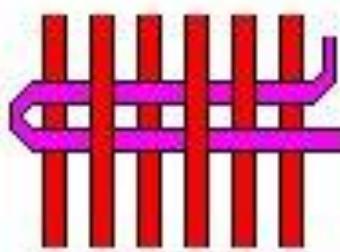
Color	Disposición							
Rojo	4		1		4		1	
Azul		3		2		3		2
Morado								1
Total de hilos	21							



Color	Disposición
Rojo	Todo
Azul	Todo

### Ligamento o estructura del tejido.

Se van mirando los hilos e indicando los tomos y los dejos (Se empieza a analizar por la parte superior derecha)



		d	Xt	d	Xt	Xt	d
		d	Xt	d	Xt	d	d

### Dibujo.

Se saca el dibujo de la tela por medio de la disposición de colorido y el ligamento.

**Veamos algunos controles de calidad en función de la naturaleza de la prenda y aptitud al uso para el que ha sido concebida.**

## CONTROL DE CALIDAD EN TELAS DE CAMISERIA.

Veamos este tipo de telas por su amplia aplicación y calidad del producto acabado.

En las telas de camisería se pueden diferenciar tres elementos: *la composición, el hilo y el ligamento* o disposición de los hilos en la tela.

**Composición:** en general una camisa de calidad debe estar hecha de fibra natural. Las más utilizadas son algodón, seda, lana y lino, siendo sin duda el algodón la fibra más utilizada y las de mejor calidad las de algodón egipcio 100%. A veces se mezclan dos de estas fibras como por ejemplo el algodón con lana para hacer las denominadas *villelas*. También se utiliza con frecuencia la mezcla de seda y algodón o algodón y lino. Las mezclas con poliéster corresponden a una calidad inferior. Tienen la ventaja de ser más resistentes y plancharse mejor, pero el brillo que adquiere, la rigidez y la falta de transpirabilidad pero hacen de la prenda peor aspecto estético y más incómoda.

Dentro del algodón se suelen diferenciar calidades dependiendo de la longitud de la hebra. Cuanto más larga, mejor. Los mejores algodones tienen hebras entre 38 mm y 57 mm y destacan mundialmente el de Egipto, el Sea Island (USA) y el de Perú. La calidad se manifiesta en que el hilo hecho con estas fibras es más suave y resistente.

**Hilo:** la tela es la composición de muchos metros de hilo según un ligamento, por lo cual la calidad del hilo determina en gran medida la calidad de la tela. El hilo puede estar formado por uno o dos cabos. Cuando es de dos cabos significa que cada hilo está compuesto por dos hilos entrelazados y retorcidos entre sí con cierto grado de torsión, es lo que en inglés se denomina *two ply cotton*, símbolo de calidad en las camisas. El de un solo cabo es menos duradero y por tanto de peor calidad. Por tanto una buena tela para camisería debe tener tanto en urdimbre como en trama hilos de dos cabos y se denomina 2x2. Otro parámetro que determina la calidad de un hilo es el *título* o densidad lineal del mismo. Se relaciona con lo grueso o delgado que es el hilo. Cuanto más fino es el hilo mejor calidad resulta.

**Ligamento:** los ligamentos más habituales en camisería son *popelín (popelina o poplin)*, *Oxford*, *pinpoint Oxford*, *piqué*, *villela*, *voile batista* y *chambrais*. El más habitual es el *popelín* formado en el telar con el doble de hilos de urdimbre que de trama. El *Oxford* es un ligamento realizado con igual número de hilos de urdimbre que de trama con hilos gruesos para dar su característica textura, origina una tela demasiado *sport*, por lo que se creó el, *pinpoint Oxford* con un hilo más fino. El *voilé* es una disposición con hilos muy finos para camisas muy elegantes, ligeras de buen cayente y frescas.



## **CONTROL DE CALIDAD EN ROPA Y LENCERÍA DE HOGAR.**

Todos los artículos textiles que se utilizan en hoteles, hospitales y colectividades en general, tienen un detallado control de calidad; concretamente para sábanas, fundas de almohada, toallas, servilletas, manteles, etc.

Los parámetros que se suelen determinar son:

- Composición del tejido.
- Gramaje o densidad superficial
- Densidad de hilos y pasadas (*filar*) ó nº de hilos/cm por urdimbre y trama.
- Número del hilo, título o densidad lineal (*Tex*) por U y T
- Ligamento o estructura del tejido.
- Grado de polimerización del algodón
- Torsión del hilo y sentido.
- Confección y acabado. Etiquetado de conservación.
- Medida del color e índice de blancura.
- Resistencia a la tracción y alargamiento ( seco-húmedo).
- Resistencia al desgaste por abrasión. *Método Taber o Martindale*.
- Resistencia al *pilling* o formación de bolitas o frisas.
- Estabilidad dimensional al lavado.
- Ensayos de solideces del color al lavado, roce, limpieza en seco, planchado, sudor, etc.

Entre otra normativa se puede consultar: UNE 40017, UNE 40085, UNE EN-ISO 2062, UNE EN 1212, etc.

Como ejemplo de **especificaciones técnicas de un pliego de condiciones** se pueden citar:

### **TOALLAS.**

Composición. Urdimbre algodón 100%, hilo continuo, no reciclado, color blanco. Trama algodón 100%.

Grado de polimerización: mínimo 1.800

Ligamento: hilatura continua, rizo a dos caras, *pilling* nulo.

Densidad: trama base de 21 a 22 p/cm, urdimbre base de 12 a 14 h/cm, rizo de 12 a 14 h/cm

Gramaje: toalla de lavabo y bidet 520 g/m<sup>2</sup>, toalla de baño: 525 g/m<sup>2</sup>, albornoz: 1400 g/unidad, número de bucles por cm<sup>2</sup>: mínimo 70.

Resistencia a la tracción, alargamiento y desgaste no especificado.

Número de los hilos: Trama base mínimo 40 Tex, urdimbre base mínimo 24 tex, rizo mínimo 24 Tex.

Confección en sentido longitudinal, rematado de orillo resistente al desgaste en secadora, dobladillos cosidos con pespunte de 5 puntadas/cm, mínimo de 1 cm de ancho conteniendo tres capas de tejido.

### **SABANAS.**

Tejido: algodón 100%, tanto en trama como en urdimbre, fibra continua, no reciclada, hilatura convencional, fibra peinada.

Color blanco, grado de blancura según CIE mínimo 140.

Grado de polimerización: mínimo 1800.

Densidad: urdimbre 43 a 45 hilos/cm, trama 33 a 35 pasadas/cm. (UNE 40075)

Numeración de los hilos: urdimbre 16 tex, trama 16 tex.

Gramaje: entre 125 g y 130 g/m<sup>2</sup>.

Ligamento: tafetán, apresto natural, *pilling* nulo.

Resistencia a la tracción (UNE 40.085), en seco / húmedo, en urdimbre de 50 Nw /65 Nw, en trama 45 Nw/60 Nw. Alargamiento: seco/húmedo en urdimbre 7,5% a 15%, en trama 7,5% a 11%.

Pérdidas al lavado (UNE 40.052): por urdimbre entre 4 y 5% máximo, en trama entre 2 y 3% máximo, en peso entre 1 y 2% máximo.

### **SEVILLETAS Y MANTELERIA.**

Tejido: materia prima algodón 100%, hilatura continua tanto en urdimbre como en trama.

Grado de polimerización del algodón: mínimo 1800.

Grado blanco según CIE: 135 a 145

Densidad de hilos: en urdimbre a partir de 33 hilos/cm, en trama un mínimo de 25 pasadas/cm

Numeración del hilo: urdimbre 19 a 20 tex, trama 19 tex.

Gramaje: a partir de 230 g/m<sup>2</sup>.

Ligamento: tipo de tejido adamascado, apresto natura, *pilling* nulo.

Resistencia a la tracción (UNE 40085) seco/húmedo, urdimbre mínimo 800 Nw/900 Nw, trama mínimo 500 Nw/600 Nw.

Pérdidas al lavado (UNE 40052): en urdimbre 5% máximo, en trama 3% máximo, en peso 3% máximo.

Confección en sentido de urdimbre, los dobladillos se confeccionarán con dos capas y media de tejido, tendrán un ancho de 2 cm en los manteles y de 1,5 cm en las servilletas rematando esquinas en inglete, pespunte de 5 puntadas/cm.

#### **CONTROL DE CALIDAD EN ROPA DE TRABAJO, UNIFORMES, etc.**

La mayor parte de las determinaciones son muy similares a las anteriores con la salvedad de que no hay que perder de vista las solicitudes y el uso final al que va a ir destinada la prenda.

Como determinaciones más específicas se pueden citar:

Ensayo de impermeabilidad. *Spray tester* o similar.

Transpiración. Ensayo perspirómetro o similar

Resistencia al desgarro.

Resistencia al desgaste o abrasión

Resistencia a la tracción.

Medición del color corporativo.

Grado de aislamiento térmico.

Estabilidad dimensional al lavado industrial.

Solidez del color a diversos procesos, etc.

Comportamiento a la llama. Inflamabilidad.

Resistencia a disolventes, ácidos y bases.

Propensión a la electricidad estática, etc.

#### **CONTROL DE CALIDAD SOBRE COMPORTAMIENTO EN LAVANDERIAS Y TINTORERIAS.**

Fundamentalmente cerciorarse que el etiquetado de conservación y cuidado de la prenda responde a la realidad. Ensayo de limpieza en seco. Estabilidad dimensional. Planchado, etc.

#### **CONTROL DE CALIDAD EN CAMPAÑAS DE REBAJAS Y PRENDAS IMPORTADAS FUERA UE.**

En general, control de etiquetado y de los parámetros básicos para evitar fraudes al consumidor.

#### **CONTROL DE CALIDAD EN TEXTILES TECNICOS.**

Se trata de un campo muy específico como geotextiles, tejidos estructurales, tejidos para aplicaciones especiales, tejidos uso sanitario, tejidos para uso militar, tejidos de protección, etc. con determinaciones y normativas muy rigurosas.

## **Sistemas de numeración de hilos.**

### *Relación Número/Título*

La numeración de un hilo es la determinación de un índice de relación entre el grosor de ese hilo y la longitud y peso del mismo. Se expresa en términos de longitud por unidad de peso. Hay varios sistemas para determinar este NÚMERO, sistemas que clasificamos en dos grupos: sistemas directos y sistemas inversos.

### **A) SISTEMAS DIRECTOS**

Basados en medir el peso de una longitud determinada de ese hilo. Cuanto más alto es el NÚMERO DIRECTO de un hilo significa que tanto más grueso es ese hilo.

#### NUMERACIÓN TEX (N)

N = Peso en g de 1000 m de hilo.

Es más común que se utilice su submúltiplo **decitex (dtex)** que expresa el peso en gramos de 10.000 metros de hilo.

#### NUMERACIÓN DENIERS

D = Peso en grs. de 9 km. de hilo.

#### NUMERACIÓN LANA CARDADA

Peso en grs. de 504 m. de hilo.

#### NUMERACIÓN CUARTOS DE ONZA

Peso en cuartos de onza (1 oz = 8,33 grs.) de una madeja de 500 canas catalanas.  
(una cana = 777,5 m.)

### **B) SISTEMAS INVERSOS**

Basados en medir la longitud de hilo que contiene un peso determinado. Cuanto más alto sea el NÚMERO INVERSO tanto más fino será el hilo.

#### NUMERACIÓN MÉTRICO

(Nm) Indica la longitud en metros de 1 gr. de hilo.

#### NUMERACIÓN CATALÁN

(Ncat) Indica el número de madejas de 500 canas catalanas de hilo que entran en 1,1 libras catalanas. (1 libra cat. = 440 grs.)

#### NUMERACIÓN INGLÉS

(Ningl) Indica la cantidad de madejas de 480 yardas de hilo que entran en una libra inglesa. (1 yarda = 768 m) (1 libra = 454 grs)

## EQUIVALENCIA DE NUMERACIÓN DE HILOS SEGÚN LOS DISTINTOS SISTEMAS.

$$N = \frac{1.000}{Nm} = \frac{566}{N_{cat}} = \frac{591}{N_{ingl}}$$

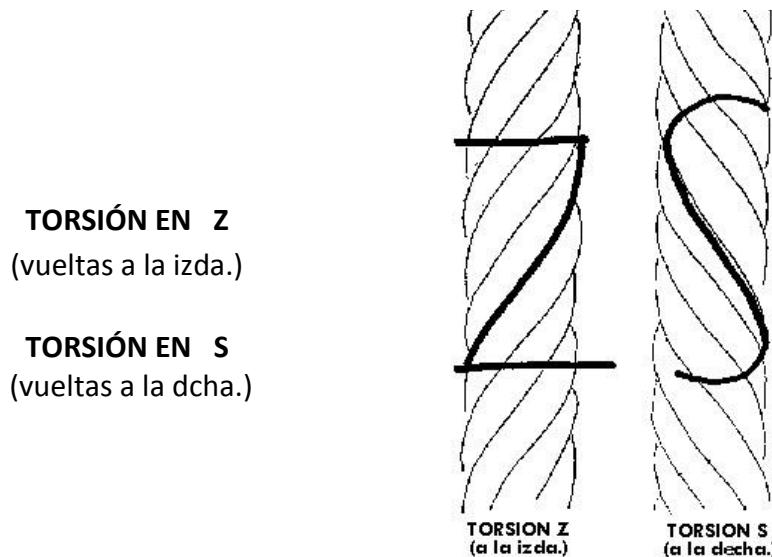
$$N = \frac{D}{9}$$

### Torsión de los hilos

La torsión de un hilo es el número de vueltas que se le da por unidad de longitud. Esta torsión, como hemos dicho antes, tiene como finalidad principal aumentar la cohesión entre las fibras y conservar de ese modo su posición en esos hilos.

### Sentido de la torsión

Por el gráfico se pueden ver las dos formas de torsión:



## Aspectos de la torsión.

A igualdad de título de hilado, la resistencia aumenta al aumentar la torsión, mientras que la elasticidad disminuye. La torsión es más importante para los hilos de URDIMBRE, dado que deberán soportar una mayor tensión en el telar. Los hilos de trama no necesitan tanta torsión.

### Valor de la torsión:

La torsión que debe llevar un hilo tiene una fórmula para ser calculada correctamente.

$$T = \frac{K}{V} \times Nm$$

Fórmula en la que:

T es el valor Torsión (número de vueltas por metro de hilo).

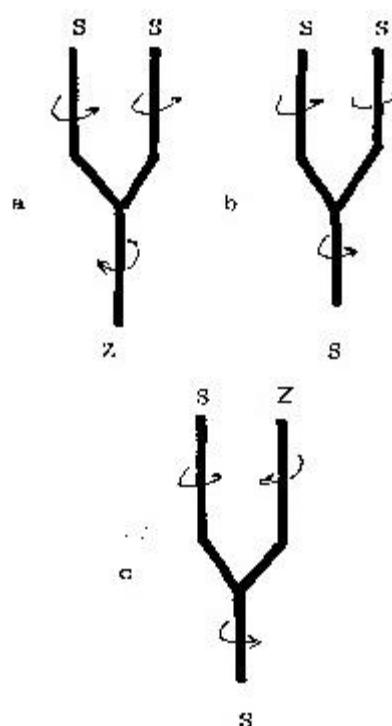
K es el coeficiente del tipo de fibras, coeficiente que el fabricante de la fibra especifica o que se fija en las tablas llamadas de K.

Nm es el NÚMERO MÉTRICO, que ya conocemos.

Los hilos compuestos:

### A) RETORSIÓN DE UN HILO DE DOS CABOS

- a) es retorsión en el sentido contrario a la torsión de los hilos componentes. Este es el sistema más empleado porque logra el mayor equilibrio entre las torsiones de los hilos componentes y la torsión del hilo compuesto o resultante.
- b) es retorsión en el mismo sentido de la torsión de los hilos componentes. Da como resultado un hilo a dos cabos, de tacto muy seco, de muy poca elasticidad y con tendencia a enroscarse sobre sí mismo.
- c) es el caso de dos hilos que han sido torcidos en sentido contrario entre sí y que ahora se retuercen juntos en el sentido de uno de ellos.



- El resultado es que queda oculto el hilo cuya torsión se hizo en el mismo sentido que la retorsión (S) y el otro hilo se alarga y ondea sobre el anterior.

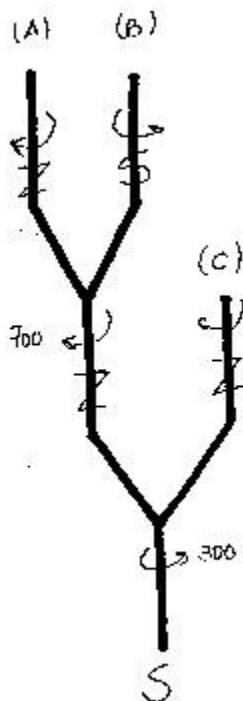
### B) RETORSIÓN DE UN HILO DE TRES CABOS

Hilo número 1 : Cabo (a) de torsión Z  
Cabo (b) de torsión S

EL RETORCIDO Z está indicado con 700 v.p.m.

Hilo número 2 : Cabo (c) de torsión Z

RETORCIDO FINAL: Sentido de S de 300 v.p.m. (300 vueltas por metro)



**Según los métodos de obtención, podemos dividir los hilos en dos grupos:**

**1. Fibra cortada:** son los formados por fibras de longitudes que pueden oscilar entre 2 y 10 cm, aunque en algunos casos puede llegar a los 40 cm.

**2. Hilos de filamento continuo:** son aquellos de longitud infinita. Todos los hilos fabricados a partir de fibras naturales (excepto la seda) son hilos de fibra cortada). La seda y las fibras químicas permiten fabricar tanto hilos de fibra cortada como de hilo continuo.

**La torsión es una acción fundamental ya que puede variar por completo el aspecto final del hilo y del posterior tejido.** Los hilos con poca torsión proporcionan un tacto más esponjoso, da más sensación de calidez y los tejidos que se fabrican con ellos tienen una caída más suave.

Los hilos con mucha torsión dan una sensación más fría y tienen un tacto más seco y con más nervio.

## **9. Análisis y ensayos de control de calidad en un textil.**

### **FICHA CONTROL TEXTIL.**

Normalmente el conjunto de parámetros que caracteriza un tejido viene recogido en un único documento denominado *FICHA TEXTIL* (ver Anexo III) donde va adherido una muestra del textil y ovillos de los hilos de urdimbre y trama. Constarán datos tan significativos como la composición del textil cualitativa y cuantitativa, disposición de los hilos o estructura, color, torsión de los hilos, título o numero de hilo, gramaje, densidad de hilos por urdimbre y trama, aprestos recibidos, analista, fecha, etc.

Veamos de forma breve como se procede al análisis de un textil.

Para valorar cualquier producto industrial, debemos analizar bien todas sus características: denominación precisa, procedencia, utilidad, tamaño, funcionalidad, peso, manipulación, acabado, presentación, precio etc.

Cuando analicemos un tejido, procuraremos obtener el máximo de datos posibles y sobre todo, precisando, repasando y comprobando cada detalle.

La gran mayoría de los errores, se dan por exceso de confianza al dar por sabidos algunos detalles que siempre debemos comprobar, lo que nos lleva a un mal planteamiento del tejido, valoración etc. Con los consiguientes retrasos en el proceso de fabricación.

Al analizar un tejido, en primer lugar, nos interesa saber con qué materia se ha fabricado, como se ha fabricado y el proceso de acabado que ha tenido es decir; materias, hilos, proceso de tisaje y acabados.

Algunas **determinaciones** que se realizan para caracterizar y controlar la calidad de una muestra textil son:

- 1.- Identificación de la cara o haz del tejido.**
- 2.- Identificación de la urdimbre y la trama.**
- 3.- Densidades como nº hilos/cm por urdimbre y trama.**
- 4.- Cálculo de los títulos o número del hilo.**
- 5.- Análisis de composición. Cualitativa y cuantitativa.**
- 6.- Porcentaje de encogimiento tanto en urdimbre como en trama.**
- 7.- Gramaje o densidad superficial.**
- 8.- Factor de cobertura o porosidad del tejido.**
- 9.- Ligamento ó estructura tejido. Remetido y picado.**

**MATERIAS:**

La naturaleza de las fibras la podremos determinar en el laboratorio de tres formas:

**ANÁLISIS PIROGNÓSTICO.**

Podremos saber aproximadamente la naturaleza de las fibras por el olor o residuo que dejan al arder.

**ANÁLISIS QUÍMICO.**

Nos dará de forma cualitativa y cuantitativa, la naturaleza de la fibra por medio del reactivo correspondiente.

**ANÁLISIS ÓPTICO.**

Por medio del microscopio, podremos identificar la materia por su análisis longitudinal (tamaño, textura, ondulación) o transversal (corte), pudiendo saber si dicha materia es virgen o reprocesada y si tiene algún tipo de contaminación.

**PUNTOS IMPORTANTES PARA RECONOCER LA CARA o HAZ DE LOS TEJIDOS:**

- 1.1 La cara del tejido es más suave y brillante que el revés.
- 1.2 Todos los ligamentos se hacen en la cara del tejido.
- 1.3 Todos los relieves producto de los dibujos se hacen en la cara del tejido.
- 1.4 El lado más vistoso y con los contornos bien marcados en tejidos estampados, es la cara del tejido.
- 1.5 Tejidos especiales, como terciopelo, la vellosidad está en la cara.
- 1.6 En mantas de cama, cobertores, etc. en la cara del tejido predomina la trama.

**RECONOCER LA URDIMBRE.**

Es importante reconocer la urdimbre en los tejidos, porque nos permite: analizar, confeccionar, identificar defectos, etc.

**PUNTOS IMPORTANTES PARA RECONOCER LA URDIMBRE:**

- 2.1 La urdimbre corre paralelo a los orillos.
- 2.2 En tejidos llamados listados, las rayas llevan la misma dirección que la urdimbre.
- 2.3 El lado que presenta menor elasticidad es la urdimbre.
- 2.4 En tejidos donde un elemento es sintético y el otro algodón o cualquier hilo de fibra cortada, casi siempre el sintético es la urdimbre.
- 2.5 En tejidos donde uno de los elementos es retorcido y el otro no, el retorcido es la urdimbre.
- 2.6 Los hilos de mayor torsión casi siempre es la urdimbre.
- 2.7 Principalmente los hilos de mayor regularidad se presentan en la urdimbre.

2.8 En tejidos escoceses (tartanes) el lado más largo lleva dirección de la urdimbre.



2.9 La densidad de urdimbre es en la mayoría de los casos superior a la trama.

2.10 En tejidos afranelados o perchados, los hilos que presentan menor vellosidad marcan la urdimbre.



2.11 En tejidos con rizos, como toallas etc. La urdimbre lleva la dirección de los rizos.



2.12 En tejidos crudos, el hilo engomado es la urdimbre.

2.13 En tejidos crudos, la marca que deja el peine lleva la dirección de la urdimbre.

## **IDENTIFICACION DISPOSICIÓN DE LOS COLORES.**

### **Procedimiento:**

- a) Tomar un color base en urdimbre y colocar una marca, en este caso una línea roja.
- b) Recorrer la urdimbre de izquierda a derecha hasta encontrar nuevamente el mismo color y marcar, en esta oportunidad con color rojo.
- c) Confirmar claramente que es el inicio de una nueva secuencia.
- d) Tomar un color base en la dirección de la trama.
- e) Recorrer la trama de abajo hacia arriba hasta encontrar nuevamente el mismo color.
- f) Confirmar claramente que es el inicio de una nueva secuencia.

## **IDENTIFICAR TIPO DE LIGAMIENTO.**

### **Procedimiento:**

- a) Tomar un punto de referencia en el dibujo en dirección de la urdimbre y marcarlo.
- b) Recorrer la urdimbre de izquierda a derecha hasta encontrar nuevamente el posible primer hilo de la repetición y marcarlo.
- c) Tomar un punto de referencia en el dibujo en dirección de la trama y marcarlo.
- d) Recorrer la trama de abajo hacia arriba hasta encontrar nuevamente el posible primer hilo de la repetición y marcarlo.

## **10. Solideces y Normalización.**

Se entiende por solidez de una tintura o estampado a la resistencia que presenta a variar o perder su color, al ser sometida a la acción de un determinado agente, pudiendo dar lugar a la degradación del color y/o a la descarga sobre otros textiles.

La ISO ha hecho la siguiente clasificación:

### **Grupo A. Principios Generales**

**A.01: Principios Generales para Realizar los Ensayos.**

**A.02: Escala de Grises para Valorar Degradaciones.**

**A.03: Escala de Grises para Valorar Descargas.**

### **Grupo B: Solidez de la Tintura a la Luz y a la Intemperie.**

**Grupo C: Solidez de la Tintura al Lavado.**

**Grupo D: Solidez de la Tintura a la Limpieza en Seco.**

**Grupo E: Solidez de la Tintura a los Agentes Acuosos.**

**Grupo F: Tejidos Testigos.**

### **Escala de Grises.**

Norma ISO 105 A.02. Valora las degradaciones.

Norma ISO 105 A.03. Valora las descargas.

**Norma ISO 105 A.02.** Consiste en 5 partes de muestras de color gris neutro numeradas del **1 al 5**. El par número 5 nos indica máxima solidez, es decir, no ha perdido nada de color. El par número 1 nos indica la mínima solidez. Se coloca la muestra del tejido original y la probeta donde se ha efectuado el ensayo. Se observa la superficie de las muestras bajo una fuente de luz de 600 lux. Se da su valor comparándolo con la escala de grises.

**Norma ISO 105 A.03.** Se procede de la misma manera pero se compara con la escala de grises de descarga.

## **Tejidos Normalizados**

**Norma ISO 105.** Probeta, es la muestra preparada para someterla al ensayo. Se corta el textil a ensayar en una medida de 10 x 4 cm, sobre ésta se efectuará el ensayo y por comparación determinamos la solidez.

Para ver la degradación o descarga se procede de la siguiente manera:

Se cortan otros 2 trozos de tejido blanco testigo en la medida 10 x 4 cm. Uno de ellos de la misma clase que al de la probeta y el otro de una fibra con un componente tintóreo contrario a la del ensayo. La probeta se coloca entre los dos y se cose por los cuatro costados.

<b>Tejido de la Probeta</b> <b>Primer Tejido Testigo</b>	<b>Segundo Tejido Testigo</b>
Algodón	Lana
Lana	Algodón
Seda	Algodón
Lino	Lana
Viscosa	Lana
Acetato	Viscosa
Poliamida	Lana Algodón
Poliéster	Lana Algodón
Acrílico	Lana

## **Solidez al lavado.**

### **Norma UNE-EN ISO 105-C06:2010. Ensayos de solidez de las tinturas. Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial.**

Distingue entre **ensayos “S”**, la designación y el sangrado resultantes de la desorción y/o acción mecánica corresponden con buena aproximación a los que se producen en un solo lavado doméstico o comercial. Los **ensayos “M”** pueden reproducir en algunos casos, los resultados que se obtienen en hasta 5 lavados domésticos o comerciales a temperaturas no superiores a 70ºC. Los ensayos “M” son más severos que los ensayos “S” debido a un aumento de la acción mecánica. Una muestra del textil, en contacto con los tejidos testigo especificados, se lava, se enjuaga y se seca. Estas probetas se lavan en condiciones de temperatura, alcalinidad, acción blanqueante y acción abrasiva tales que permiten obtener el resultado en tiempo corto. La acción abrasiva se logra mediante una relación de baño corta y el empleo de un número apropiado de bolas de acero. La degradación de la probeta y la descarga sobre los tejidos testigo se valoran con las *escalas de grises*. Se asigna un valor relativo de solidez, siendo 5 el mejor y 1 el peor. Ver norma UNE para determinación de la degradación y norma UNE para determinación de la descarga o su equivalente ISO 105-A02, ISO 105-A03.

**Aparato:** dispositivo mecánico tipo LINITEST.

**Temperatura:** 40ºC

**Disolución:** jabonosa, 5 gr de jabón por 1 litro de agua destilada ó detergente normalizado.

**Tiempo:** 30 minutos.

Se aclara con agua corriente fría del grifo y se seca a 60ºC.

## **Solidez de las tinturas a la limpieza en seco.**

**Textiles. Ensayos de solidez de las tinturas. UNE-EN ISO105-D01:2010, UNE-EN ISO3175.** Una probeta del textil, en contacto con una serie de discos de acero inoxidable y dentro de una bolsa de algodón cerrada, se sumerge en un tarro de acero con **percloroetileno** y se somete a agitación a una determinada temperatura y un determinado tiempo; luego se expresa o centrifuga y se seca con aire caliente. Finalmente con la escala de grises se valora la degradación y la descarga. Dispositivo mecánico tipo LINITEST.

## **Solidez de las tinturas a la intemperie. Ensayo en XENOTEST 150.**

### **UNE-EN ISO 105B04:1998 B10:2012 y UNE-EN ISO 105B07.**

Una probeta o una serie de probetas del textil junto con la *Escala de azules* se sitúan en el interior de la cabina de ensayo del equipo, se seleccionan unas condiciones climáticas deseadas (intensidad de lámpara de xenón, filtros, todo día o día/noche, temperatura, humedad, lluvia ciclos y tiempo. Suelen ser ensayos de larga duración. Finalmente se compara la degradación del color con la degradación de la gama de azules y se le asigna un valor relativo de solidez. Muy empleada por fabricantes tapicerías de automoción, fabricantes toldos y tejidos exterior, carteles exterior, etc.

### **SIGNIFICADO ORIENTATIVO DE LOS VALORES DE SOLIDEZ A LA LUZ (Escala de azules)**

<b>8</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>7</b>	<b>MUY BUENA</b>
<b>6</b>	<b>BUENA</b>
<b>5</b>	<b>REGULAR</b>
<b>4</b>	<b>MEDIANA</b>
<b>3</b>	<b>BAJA</b>
<b>2</b>	<b>DEFICIENTE-MALA</b>
<b>1</b>	<b>MUY DEFICIENTE</b>

## **Textiles. Solidez de las tinturas al sudor. UNE-EN ISO105-E04:2013.**

### **PERSPIRÓMETRO AATCC.**

Las probetas del textil en contacto con tejidos testigo de características especificadas, se sumergen en dos disoluciones distintas que contengan L-histidina, una alcalina y otra ácida; se dejan un determinado tiempo, se escurren y se dejan entre dos placas bajo una presión determinada dentro del aparato de ensayo denominado perspirómetro, en unas determinadas condiciones de temperatura y un determinado tiempo. Las probetas y los tejidos testigo se secan separadamente. La degradación de cada probeta y la descarga sobre los tejidos testigo se valoran con la escala de grises.

En los **ensayos de solidez de las tinturas el parámetro fundamental que evaluamos es el color** que se puede determinar de forma exacta y objetiva a través de **las coordenadas cromáticas** en sus distintos sistemas y la métrica del color. Como normas fundamentales que caracterizan este atributo se citan: **UNE-EN ISO 105-J01, UNE-EN ISO 105-J02: 2001.** Determinación de coordenadas cromáticas "CIE", **UNE-EN ISO 105-J03:2010** Determinación de diferencias de color según sistema CIELAB, **UNE 40398** Índice de metamería de pares de probetas al cambiar el iluminante. También se contempla de una forma detallada la métrica del color en textiles en una **publicación de la AATCC (American Association of Textile Chemists and Colorists)**, titulada "*Color Measurement Principles and the Textile Industry*".

El **Grado de blanco ISO** se determina según norma **UNE-EN ISO 105-J02:2001** "Determinación instrumental del grado de blanco relativo". El **Grado de blanco W** y el **matiz del blanco T** se calculan a partir del **valor triestímulo Y** y de las **coordenadas cromáticas x, y** obtenidos mediante un espectrofotómetro o colorímetro de las características adecuadas. Deben medirse para el iluminante D 65 y el observador 10°.

$$W = Y + 800(x_0 - x) + 1700(y_0 - y)$$

$$T = 900(x_0 - x) - 650(y_0 - y)$$

donde:

**W: grado de blanco, T: tono del blanco X<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>: son las coordenadas cromáticas del difusor perfecto**, para el iluminante y observador utilizado en la medición. Para el difusor perfecto el Grado de Blanco es 100 y el matiz 0. El grado de blanco W da una indicación de lo blanco que un textil parece a un observador medio. El tono del blanco T, si es distinto de cero, indica la apariencia rojiza (desviación negativa) o verdosa (desviación positiva) de la muestra, cuando ésta se ha desviado del matiz azulado (neutro) de longitud de onda dominante 466 nm.

Las fórmulas deben ser utilizadas únicamente para muestras cuyo Grado de Blanco y Matiz estén dentro de los siguientes límites:

$$40 < W < 5Y-280$$

$$-3 < T < 3$$

También se determina el grado de blanco por la fórmula de Berger:  $R_y + 3R_z - R_x$ , siendo  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  las reflectancias medidas con iluminante patrón **D65** y observador suplementario **10º**.

## Solidez al frote, abrasión, estallido e impermeabilidad.

### Norma UNE- EN ISO 105

Se utiliza el aparato *crockmeter*. Consta de un bastidor macizo donde se coloca la probeta, sobre ésta se pasa un pequeño cilindro montado sobre una pieza móvil, éste tejido va recubierto de un testigo blanco. Por efecto del roce del testigo sobre la probeta se obtiene un manchado del tejido testigo. La probeta es 20 x 10 cm. Se hace por urdimbre y por trama, en seco y en húmedo (Se moja el tejido testigo). El tejido testigo cumple la norma ISO 105-F-Parte F09 (5 x 5 cm). Se frota en una longitud de 10 cm, 10 veces en 10 segundos, se compara con la norma A03.

### Resistencia a la abrasión y a la formación de *pilling o frisas*.

Se realiza con el aparato normalizado **Martindale** o con **abrasímetro Taber**. Se hacen 4 probetas y se pesan, se procede a ponerlas a 2.000 ciclos. Se retiran dos probetas y se colocan otras nuevas, se pone la máquina a 5.000 ciclos y se sacan las 2 primeras. Siempre al sacar las muestras se pesan y se observa si ha habido pérdida de masa.

**Resistencia al estallido** El aparato normalizado para este ensayo es el **esclatómetro**, método neumático para la determinación de la resistencia al estallido y la deformación de éste. El ensayo se efectúa por medio de una presión hidráulica transmitida a la probeta a través de una membrana de caucho. La presión máxima alcanzada queda marcada en el manómetro. Viene expresada en bares. Se puede hacer en seco o en húmedo. El tamaño de la probeta es de 100 cm<sup>2</sup> (10 x 10). Los ensayos hay que hacerlos 4 veces (4 probetas).

**Ensayo impermeabilidad Spray Tester. UNE-EN ISO 4920.** Textiles. Determinación de la resistencia de los tejidos al mojado superficial. Ensayo de rociado.

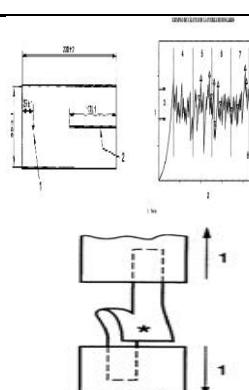
Se fundamenta en que se rocía un volumen especificado de agua desionizada o destillada sobre una muestra textil situada en un bastidor circular con una inclinación de 45º; el centro de la muestra está a una determinada distancia de la roseta de la ducha regadera. Mide el grado de mojado y se asigna un valor por comparación del aspecto de la muestra con patrones descriptivos de una escala ISO o con fotografías de la AATCC.

### ISO 13937-2 Resistencia al rasgado

Para cada material se ensayarán 5 muestras en sentido urdimbre y 5 muestras en sentido trama.

Ensayo: se fija la probeta en las mordazas, con una pernera en cada una de ellas. La parte no cortada de la probeta queda libre. Se pone en marcha el dinamómetro con una velocidad constante de 100 mm/min, poniendo en movimiento una de las mordazas (pinza móvil) y se continúa el desgarro hasta que llega al punto marcado a 2,5 cm del borde de la probeta.

Cálculo del desgarro: de cada una de las probetas ensayadas se dividirá el gráfico resultante en 4 partes iguales. La primera parte se despreciará y de las tres restantes se cogerán los 2 picos más altos y los dos picos más bajos. Con los 12 valores obtenidos de cada probeta se realizará una media.



**Otras normas de interés para caracterización y control de calidad de tejidos.**

**UNE 40014 Indicación del sentido de torsión en los hilos y otros textiles lineales.** Indica el sentido de torsión de las fibras componentes de los hilos; puede ser en S y en Z.

**UNE 40017 Tejidos de calada. Notaciones empleadas en la representación de su estructura.** Unifica notaciones de ligamento o estructura tejido. Indica formulación, signos y abreviaturas que se recomienda utilizar.

**UNE 40075 Métodos de ensayo de la densidad de los tejidos.** Se mide el número de hilos del tejido por urdimbre y trama mediante cuenta hilos corriente o de forma manual.

**UNE 40078 Determinación del número o masa lineal de los hilos de un tejido.** Determina el número o título de un hilo en el sistema universal tex. Describe la manera de extraerlos, el número a extraer y la forma de calcularlo.

**UNE 40084 Designación de los tejidos de calada.** Proporciona parámetros básicos característicos de los tejidos.

**UNE 40156 Sistema universal tex, de numeración de los hilados por su masa lineal.** Define el sistema tex.

**UNE 40161 Tejidos de calada. Definiciones relativas a su estructura.** Define elementos básicos de los tejidos de calada y la descripción de los tres ligamentos básicos.

**UNE 40339 Determinación de la masa por unidad de longitud y de la masa por unidad de superficie en los tejidos.** Describe métodos para obtener a partir de una superficie obtenida mediante corta-probetas u otro método y una balanza; obtener el peso por metro cuadrado del tejido o gramaje.

**UNE 40388 Materias textiles. Esquema morfológico. Terminología y definiciones.** Define los términos principales relativos a las fibras, filamentos e hilos.

**UNE 40452 Textiles. Nombres genéricos para las fibras naturales.** Proporciona lista completa con denominaciones normalizadas de fibras naturales, para uso técnico y comercial con los nombres científicos.

**UNE 40600-3 Textiles. Tejidos. Métodos de análisis. Determinación del ondulado de los hilos en un tejido.**

**UNE 40600-5 Textiles. Tejidos. Métodos de análisis. Determinación de la densidad lineal (número o título) de los hilos de un tejido.**

**UNE 40600-4. Determinación de la torsión de los hilos extraídos de un tejido.** Se separa una determinada longitud de hilo del tejido y mediante un torsiómetro se elimina la tensión del hilo y se cuenta el nº de vueltas.

## 11. Etiquetado de conservación y etiquetado ecológico.

Lo relativo al etiquetado de **conservación de productos textiles** y afines viene recogido de forma detallada en la norma **UNE – EN ISO 3758:2012 Textiles. Código para el etiquetado de conservación por medio de símbolos**. A modo de muestra sería un etiquetado como el indicado:

	- Lavado exclusivamente a mano, temperatura máxima de 40°C. - No frotar ni retorcer.	Prendas de lana, medias, lencería y corsetería fina, bañadores.	
		Artículos de cuero o con accesorios de cuero.	
	- Puede utilizarse lejía.	Únicamente artículos blancos de algodón.	
		Todos los demás.	
	- Temperatura alta: máx: 200°C.	Algodón, lino.	
	- Temperatura media: máx: 150°C.	Lana, mezclas poliéster.	
	- Temperatura baja: máx: 110°C.	Seda natural, rayón, acetato, acrílico.	
		Artículos elásticos (fajas, pantys, etc.).	
	- Lavado con todos los disolventes corrientes.	No se indica ningún ejemplo, por ser un tratamiento exclusivo de profesionales (tintorerías, lavanderías,...)	
	- Lavado con percloroetileno, disolventes fluorados y esencias minerales.		
	- Como 	- Lavado sólo con esencias minerales.	
	- Como  <p>127</p>		



- Temperatura máxima 95°C
- Lavado y aclarado con acción mecánica normal y centrifugado normal.



- Temperatura máxima 95°C.
- Lavado y aclarado con acción mecánica reducida y centrifugado corto:



- Temperatura máxima 60°C.
- Lavado y aclarado con acción mecánica normal y centrifugado normal.



- Temperatura máxima 60°C.
- Lavado y aclarado con acción mecánica reducida y centrifugado corto.



- Temperatura máxima 40°C.
- Lavado y aclarado con acción mecánica normal y centrifugado corto.



- Temperatura máxima 40°C.
- Lavado y aclarado con acción mecánica reducida y centrifugado corto.



- Temperatura máxima 30°C.
- Lavado y aclarado con acción mecánica y centrifugado corto.

Colada: ropa blanca de algodón (sábanas, toallas, pañuelos blancos).

Artículos blancos de algodón de estructura delicada: visillería, mantelería, sábanas bordadas y caladas, etc.

Artículos de algodón de colores sólidos: ropa de trabajo, camisería, etc.

Artículos de poliéster y algodón blancos: sábanas, camisería, etc.

Artículos de algodón y poliéster, algodón de colores de poca solidez, artículos de poliamida (nilon), calcetines sintéticos.

Artículos de fibras sintéticas de color, prendas exteriores e interiores de punto, prendas de lana con tratamiento "inencogible", pantalones de pana.

Prendas delicadas de fibra sintética, visillería.

**Según el Portal del Consumidor de la Comunidad de Madrid esta sería la información que debe constar en el etiquetado:**

Los productos textiles deben estar etiquetados de acuerdo con lo siguiente:

- Nombre o razón social o denominación del fabricante, comerciante o importado y en todo caso su domicilio. Para los productos textiles fabricados en España, el número de registro industrial del fabricante nacional.
- La etiqueta sobre la composición textil en las prendas de confección y punto, a excepción de calcetería y medias, será de cualquier material resistente, preferentemente de naturaleza textil, irá fijada a la propia prenda de forma permanente, y deberá tener la misma vida útil.
- La cantidad de las diversas fibras que contiene el producto se expresa en orden decreciente según su porcentaje. Las piezas o prendas que formen parte de un conjunto inseparable y que tengan idéntica composición pueden llevar un solo etiquetado.



***Marcas de calidad internacional de fibras.***

En ANEXOS se recoge más simbología de conservación y cuidado textil por ser de indudable interés.

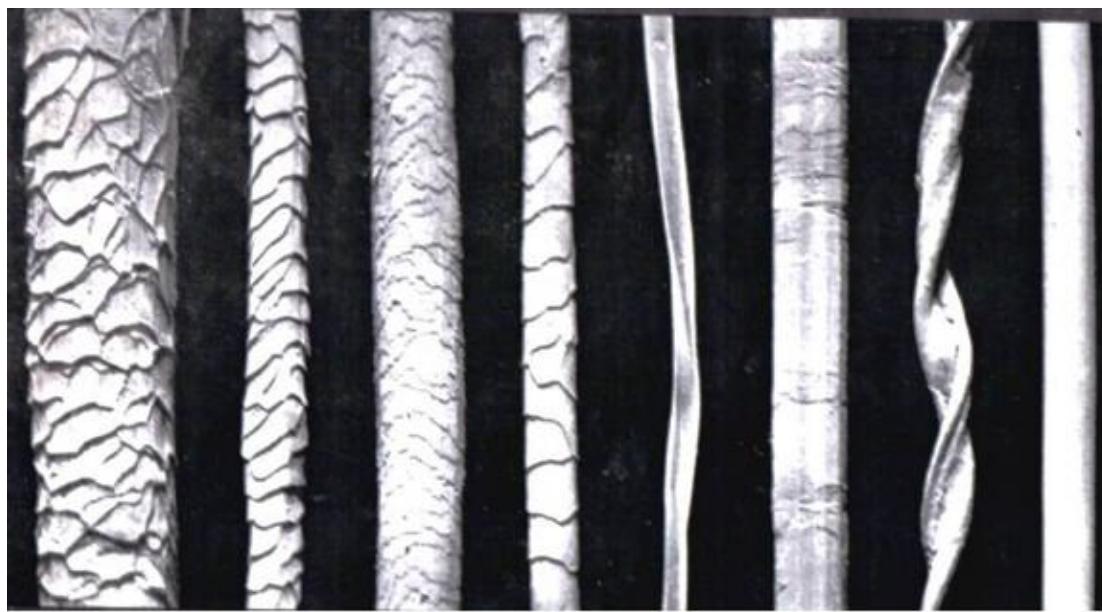
En lo que respecta a CRITERIOS ECOLÓGICOS para la concesión de etiqueta ecológica UE viene regulado en:

*DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 5 de junio de 2014 por la que se establecen los criterios ecológicos para la concesión de la etiqueta ecológica de la UE a los productos textiles [notificada con el número C(2014) 3677] (Texto pertinente a efectos del EEE) (2014/350/UE).*



## 12. Identificación y cuantificación de fibras en un artículo textil.

El examen microscópico es el ensayo más seguro para el reconocimiento de las fibras textiles. Está fundamentado en la observación de las características de cada una de las fibras animales, vegetales, minerales ó artificiales y sintéticas, lo mismo si se encuentran en estado bruto como trabajadas en los hilados y tejidos.



Lana gruesa      Lana fina      Alpaca/Llama      Cashmere      Seda      Lino      Algodón      Poliéster

Figura 10: Imágenes de SEM de las fibras animales, vegetales y sintéticas más comunes

El examen microscópico de las fibras textiles se puede realizar tanto en sentido longitudinal como transversal de la fibra, con medios de inmersión adecuados y en ocasiones en presencia de reactivos especiales. La observación de las fibras mediante microscopía óptica de transmisión en sentido longitudinal de la fibra muestra características y aspectos particulares, tales como la anchura ó diámetro de la fibra, la presencia de envolturas, de estrías, de escamas, de nudos, de canales internos ó médula, así como el aspecto de los extremos de las fibras, etc. Posibilidad de emplear luz polarizada para mostrar aspectos singulares de la fibra.

La observación de la fibra en sentido de la sección transversal muestra la estructura propia de ésta, poniendo en evidencia el espesor de las paredes, la anchura y forma del canal, la morfología de la sección, etc.

El éxito en la identificación de la fibra depende de la experiencia y familiaridad que se tenga con ellas. La identificación de una fibra desconocida se hace mejor comparándola con otras identificadas adecuadamente que se utilicen como patrones de referencia. Por esta razón es deseable tener disponible en el laboratorio una muestroteca de fibras textiles para comparar. También es interesante disponer de colecciones de microfotografías de fibras en el laboratorio con el mismo fin.

El equipamiento necesario está compuesto por: microscopio óptico por transmisión con posibilidad de 40, 100, 200, 400 aumentos *p.e.* con retícula para medida de longitudes, filtros y si fuera necesario posibilidad de observar con luz polarizada, portaobjetos y cubreobjetos de vidrio, agujas de disección, pinzas, cuchilla, tijeras, micrótomo manual, líquidos de inmersión adecuados, reactivos de tinción y etanol para limpieza.

Algunos consejos para realizar el muestreo.

Si la muestra es una fibra o hilo suelto, puede contener una fibra solamente o ser una mezcla de dos o más fibras.

Una muestra de hilo puede ser una capa o una mezcla de dos o más hilos envueltos.

Estos hilos pueden ser iguales o diferentes y contener una mezcla de fibras.

Las fibras de tejido plano o de punto pueden estar hechas de hilos iguales o diferentes en varias combinaciones. El hilo puede contener uno o más tipos de fibras.

Diferentes tipos de fibra se pueden tintar con el mismo color. Otra posibilidad es que un mismo tipo de fibra aparezca en diferentes colores en el artículo terminado, mezclando materiales teñidos en rama o en el hilo, o utilizando fibras con características de tinturado modificadas.

Es esencial que las probetas seleccionadas representen toda la muestra de fibra, hilo o tejido que se está examinando.

#### **PREPARACIÓN DE LA PROBETA.**

En muchos casos se puede establecer la identidad de una fibra desconocida sin pre-tratamiento.

Cuando la presencia de almidón, cera, aceite u otro recubrimiento oscurece la apariencia de la fibra, se puede tratar con agua destilada caliente para retirar la materia extraña. Si esto no es efectivo, se puede extraer con disolventes orgánicos o con disolución 0,5 % de ácido clorhídrico, o disolución 0,5 % de hidróxido de sodio. Algunas fibras como el nylon se dañan con el ácido y algunas como el alzón, seda o lana, se dañan por el tratamiento cáustico.

Para separar los haces de fibras vegetales, se trata con una solución al 0,5 % de hidróxido de sodio, se enjuaga bien con agua y se seca.

Para eliminar el tinte de las fibras coloreadas, especialmente las de celulosa, se calientan durante 30 minutos a 50 °C en una disolución de hidrosulfito de sodio.

## **EXAMEN VISUAL Y MICROSCÓPICO.**

Se examina la muestra de material textil disponible para identificación. Se anota la forma (fibras sueltas, hilo, tejido, etc.), color, longitud y finura de la tela, uniformidad de la apariencia y posible uso final. Si la muestra es un tejido, se separan los hilos destejiéndolos o cortándolos. Si es un tejido plano, se separan los hilos de urdimbre y trama. Si los hilos son de diferente color, lustre, tamaño u otras formas de apariencia, se hace una separación física para identificar cada uno.

Se coloca una pequeña cantidad de fibras en un portaobjetos de vidrio. Se separan las fibras abriéndolas en forma de abanico, se preparan con una gota de aceite mineral u otro fluido de inmersión, se tapa con un cubreobjetos y se examina primero a 40x enfocando y luego a 100x bajo el microscopio utilizando luz transmitida.

Se observan las características de la fibra en la forma longitudinal y se clasifican en cuatro grupos generales.

1.- Fibras con escamas superficiales. Estas son fibras de pelo animal, todas las fibras de queratina excepto la seda se incluyen en este grupo. Se analiza el principio y fin de la fibra y se mide su diámetro, también se observa la posible presencia de médula, así como la sección transversal. Se compara con las características de la tabla, con microfotografías patrón ó con fibras similares de la muestroteca. Mediante ensayos adicionales de ignición, densidad ó solubilidad se puede identificar la fibra.

2.- Fibras con marcas cruzadas. Son fibras vegetales con marcas distintas al algodón, se comparan con fotografías y muestras de fibras vegetales. Para distinguir el lino y el ramio del cáñamo, se observa la dirección de rotación en el secado. Si las fibras son de tono claro se pueden distinguir mediante tinción con un reactivo de cloruro ó yoduro de zinc.

3.- Fibras retorcidas ó con convoluciones. Esta clase incluye el algodón y la seda *tussah*. Las dos se distinguen fácilmente por el ensayo de ignición, la forma de la sección transversal, la solubilidad, etc.

4.- Fibras diversas. Serán las fibras artificiales, sintéticas, seda común y asbestos. Estas dos últimas se pueden diferenciar fácilmente por su aspecto al microscopio, así como por el ensayo de ignición. Por su parte las fibras artificiales y sintéticas se identifican por ensayos de solubilidad, punto de fusión, índice de refracción, densidad ó técnicas espectroscópicas (IR, Raman, etc.) y por técnicas de análisis térmico.

El aspecto al microscopio no indica datos relevantes de la naturaleza de la fibra. La observación de la visión transversal al microscopio puede ser interesante en algunos casos (indicativo de la forma tobera hilado).

Como ya se ha indicado, el examen microscópico se hace longitudinalmente y transversalmente. En sentido longitudinal de los montones de fibras, floca, hilo, etc. se obtiene un manojo de fibras que se ubica en la zona central del portaobjetos. Si se trata de un hilo se somete a distorsión y con ayuda de un punzón se abre en forma de penacho. Se deja caer sobre el penacho una gota o dos de alguno de los líquido de contraste adecuado, p.e. una solución hidro-glicérica, aceite de linaza, aceite de cedro, etc., es importante que las fibras queden distintas y separadas. Tápese la preparación con un cubreobjetos, evitando la formación de burbujas de aire.

Para la observación en el sentido transversal de la fibra, cuando las fibras posean una rigidez suficiente como en el caso de las artificiales ó sintéticas se pueden obtener cortes transversales sin mayor preparación. Cuando se trata de fibras vegetales y animales, se doblan fácilmente y es necesario comunicar una rigidez por un medio de impregnación adecuado. Para lo cual se colocan las fibras en un molde adecuado para micrótomo y se impregnan con alguna resina al efecto ó simplemente con parafina de tal forma que obtendremos un cilindro rígido con las fibras ocluidas en su interior; simplemente solo queda llevar al micrótomo manual. Es de fácil manejo, está construido de manera que además de permitir fijar bien el fascículo fibroso, posibilita levantar a la altura deseada las fibras a cada pasada de la cuchilla. Dispone de un anillo graduado con división micrométrica cada 10 µm, es decir que cada división que se desplace el anillo, la muestra de fibras se levantara 10 µm y las rebanadas que la cuchilla podrá cortar rasando perpendicularmente el plano del plato serán de un grosor de 10 µm.

Existen diferentes reactivos para poner de manifiesto de la forma más nítida posible las diferencias entre las fibras vegetales y en algún caso las animales. Los dos reactivos de más amplio uso son el **reactivo yodosulfúrico** y **reactivo de cloro-yoduro de zinc**.

Preparación del reactivo yodosulfúrico. Consta de las siguientes disoluciones separadas. Solución A, en 100 ml de agua destilada se disuelven 1 g de yoduro potásico y 0,50 g de yodo finamente pulverizado. A la solución resultante se añade algún cristalito de yodo, de manera que el líquido contenga siempre yodo en exceso. Conservar en recipiente oscuro al abrigo de la luz. Solución B, en un pequeño matraz erlenmeyer se vierten 40 ml de glicerina pura y 20 ml de agua y después gota a gota, lentamente y enfriando las paredes del matraz con agua 60 ml de ácido sulfúrico de 66º Bé, agitando continuamente para evitar un calentamiento y la carbonización de la glicerina. El reactivo se conserva en frasco oscuro. Para la preparación del reactivo hay que atenerse exactamente a las cantidades indicadas pues un defecto de yodo no provocará la coloración debida y si no hay la cantidad exacta de ácido sulfúrico, se alterarán las fibras, caso de que haya exceso de ácido, o no llegará a darles la tonalidad justa, cuando hay poco ácido.

Forma de emplear el reactivo. Colóquense las fibras en el portaobjetos de manera que no se toquen unas con otras, si no que estén lo más separadas posibles. Se deposita sobre las fibras una o dos gotas del reactivo A, de manera que se empapen y se deja actuar durante dos o tres minutos, posteriormente con una tira de papel absorbente se elimina la casi totalidad del reactivo, evitando arrastrar alguna fibra de la preparación, de forma que solo quede la cantidad de reactivo que han absorbido las fibras. Sobre ellas se hace caer una gota del reactivo B y finalmente se adapta el cubreobjetos de forma que no queden burbujas de aire.

Reactivo de cloro-yoduro de zinc. Se prepara añadiendo a una disolución de 20 gramos de cloruro de zinc seco en 10 ml de agua, una solución constituida por 2 g de yoduro potásico, 0,1 g de yodo y 5 ml de agua. Déjese sedimentar el pequeño precipitado formado, decántese y el líquido límpido se transfiera a un frasco gotero.

Otros reactivos que se pueden utilizar son floroglucina y ácido clorhídrico, líquido de *Schweitzer*, reactivo al rojo de rutenio, etc.

## **12.1 CARACTERISTICAS MICROSCÓPICAS GENERALES DE LAS FIBRAS.**

Las distintas fibras se diferencian entre sí, además de por su distinta naturaleza química ó constitutiva, por otros elementos de carácter general como son: el diámetro medio, la presencia de canal, la forma y anchura del mismo, el espesor de las paredes, la existencia de estrías y el agrupamiento. Veámoslas con cierto detalle. Es aconsejable disponer de una colección de micro-fotografías de fibras textiles.

**a) Diámetro.** El diámetro, que se mide en la zona central de la fibra, suele variar de 5 a 100  $\mu\text{m}$ , a saber delgadas ó muy finas cuando el diámetro no excede de 20 – 25  $\mu\text{m}$ , como p.e. lino, algodón, yute, esparto, entre las fibras vegetales; seda, lana merina, pelo de algunos camélidos, entre las fibras animales. Se consideran de diámetro medio cuando no excede de 50  $\mu\text{m}$ , por ejemplo: el cáñamo, el abacá ó cáñamo de Manila, el pelo de cabra de angora, la seda silvestre, etc. y finalmente se consideran como diámetro grueso, aquellas cuyo diámetro supera las 50  $\mu\text{m}$ , p.e. el ramio y muchos pelos animales.

**b) Canal ó luz.** Este puede existir o no, en ocasiones puede que sea solo aparente. El canal existe siempre en las fibras vegetales, en las lanas gruesas y en los pelos; en cambio falta en las lanas finas, en las sedas naturales, en casi todas las fibras artificiales, en las que en ciertos casos es aparente. En algunas fibras es estrecho, como por ejemplo en el lino, el esparto etc. En cambio en otras es ancho, como el algodón, el kapok, el cáñamo, pelos gruesos de camello, etc. En ocasiones el canal central está vacío (kapok, abacá), otras en cambio está rellena de sustancia protoplasmática (algodón, lino). En algunas fibras tiene forma de cilindro regular (abacá), mientras que en otras presenta estrangulamientos característicos (yute) o interrupciones formando islas medulares (lana de camello).

**c) Espesor de las paredes.** Está en relación con las dimensiones de la luz de las fibras; por consiguiente, en las fibras de luz ancha, el espesor de las paredes será delgado (kapok, pelo de camello), en fibras de luz estrecha, el espesor de las paredes será notable (lino). En otras ocasiones la luz es tan ancha como el canal (yute, pelo de conejo, etc.)

**d) Estriado.** Existen fibras que presentan superficie lisa, como por ejemplo el yute, cáñamo de Manila, el lino de Nueva Zelanda, la seda, algunas fibras artificiales y sintéticas. En general son más numerosas las fibras que presentan en sentido longitudinal estrías más o menos visibles, casi paralelas al canal central, como el cáñamo común, el ramio, la seda silvestre, casi todas las lanas, diversas fibras artificiales y sintéticas. Otras fibras están caracterizadas por la presencia de estrías dispuestas transversalmente (lino, cáñamo) o diversamente reticuladas en todos los sentidos (lana, pelos animales, etc.)

**e) Agrupamiento.** En lo que se refiere al agrupamiento conviene advertir que algunos tipos de fibras están casi siempre reunidos en haces (por ejemplo yute, cáñamo de Manila, lino de Nueva Zelanda, esparto, retama, etc.) y que otras, en cambio presentan fibras siempre aisladas, como ocurre con las fibras animales, las fibras artificiales y sintéticas, el algodón, el kapok, el lino y el ramio.

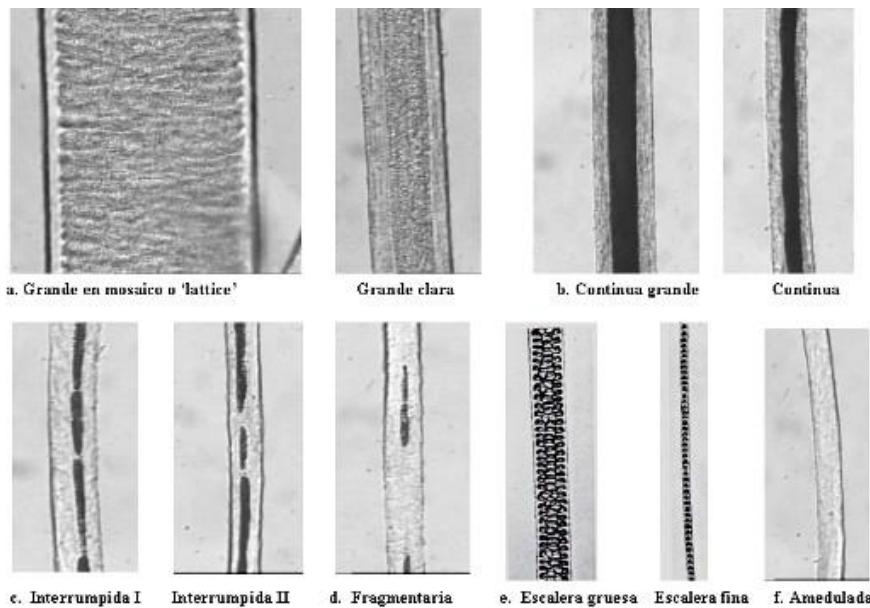


Figura 3: Clasificación de los distintos tipos de médulas encontradas en las fibras animales

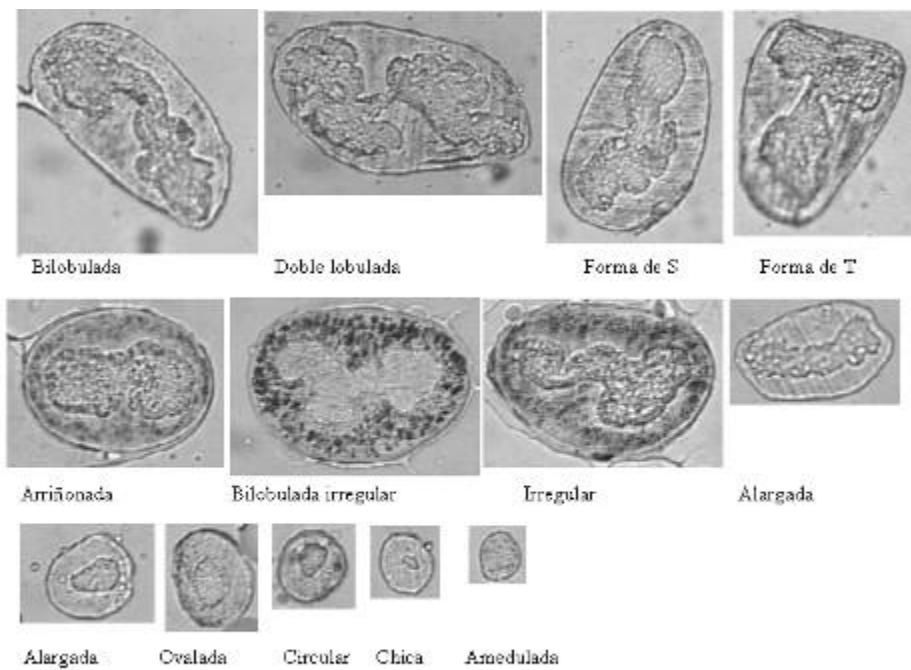


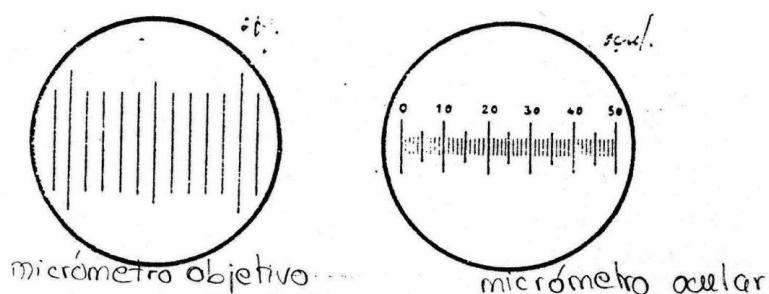
Figura 5: Clasificación de los distintos tipos de médulas encontradas en las fibras en Camélidos Sudamericanos (sentido transversal) (Frank, 2001).

## Aspectos generales para la observación al microscopio y la medida de parámetros de la fibra.

La observación visual al microscopio de la fibra no solo nos permite contemplar sus características morfológicas, sino también medir espesores, longitudes, zonas de discontinuidad, tamaño y nº de escamas, recuento de distintos tipos de fibras en una determinada zona, etc. por lo que se detallan una serie de aspectos del microscopio con los que no estamos tan familiarizados.

Entre los distintos accesorios de que dispone un microscopio veamos los micrómetros. Este elemento sirve para medir el tamaño de los objetos que se observan y la amplificación con que se examinan. Los micrómetros pueden ser de dos tipos. Micrómetro objetivo y micrómetro ocular.

**Micrómetro objetivo:** es una lámina de vidrio con una escala en la que hay una serie de divisiones equidistantes cuya longitud total es de 1 mm y el número de divisiones de 100. Por tanto, cada división vale 0,01 mm es decir 10 micras. Colocado en la platina del microscopio se enfoca como una preparación cualquiera y percibimos en el campo del microscopio una fracción de la escala.



**Micrómetro ocular:** consiste en una plaquita circular, de vidrio que se coloca entre las lentes del ocular posee generalmente una escala de 5 mm dividido en 50 partes iguales, en este caso cada división es 0,1 mm, la posición del ocular donde va colocado este micrómetro es donde se forma la imagen real dada por el objetivo y allí coincide también el foco del ocular, veremos al mismo tiempo enfocadas la imagen que proporcione el objetivo y la graduación del micrómetro ocular. Si conocemos el aumento propio del ocular y suponemos que este es de 10, como cada división del micrómetro ocular vale realmente 0,1 mm vemos la fibra del tamaño de 1 mm. Los micrómetros oculares pueden girar sobre si para enfocar sobre cualquier ángulo.

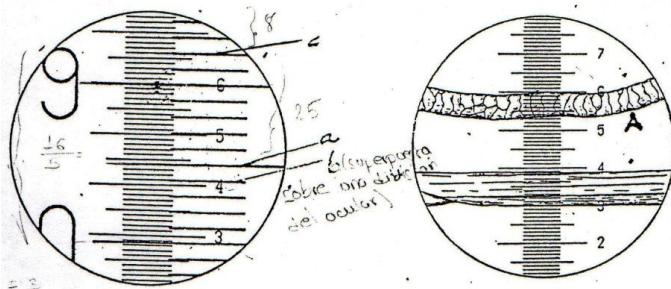
Determinación del tamaño real de la fibra con dos micrómetros. Se coloca en la platina del microscopio el micrómetro objetivo y en el ocular el segundo micrómetro, se enfocan a la vez las dos escalas, se trata de ver cuantas divisiones del micrómetro ocular corresponden a una división del micrómetro objetivo. Si denominamos a este valor  $n$ , se tendrá que:

$$\text{Aumentos} = n \cdot 0,1 \cdot 10 / 0,01 \text{ para ocular } \times 10$$

$$\text{Aumentos} = n \cdot 0,1 \cdot 5 / 0,01 \text{ para ocular } \times 5$$

Si por ejemplo empleamos el ocular x 10, y si una división del micrómetro objetivo comprende cuatro divisiones del micrómetro ocular el número con que vemos aumentada la muestra será: 4/0,01 que equivale a 400 aumentos.

La figura nos representa el aspecto de las dos escalas superpuestas donde vemos que 3,1 divisiones del ocular corresponden a 1 del objetivo (a, b) o bien, podemos contar 25 divisiones del ocular corresponden a 8 divisiones objetivo intervalo (b, c). de esta forma:



$25/8 = 3,125$  divisiones del ocular por 1 del micrómetro objetivo, por tanto aumento:  $3,1/0,01 = 310$  o más exacto  $3,125/0,01 = 312,5$

#### Medida del tamaño de las fibras al microscopio.

Normalmente solo se dispone de micrómetro ocular de 10 mm dividido en 100 partes, es decir 0,1 mm cada división o 100  $\mu\text{m}$  cada división. De tal manera que para una observación habitual de **100 aumentos** (x 10 objetivo **x10 ocular**), tendríamos  $100 \mu\text{m}/10$  aumentos = **10 micras cada división**, como el ocular se mantiene constante y se cambia el objetivo p.e. x40 (**400 aumentos**) en este caso cada división sería  $100 \mu\text{m}/40$  aumentos = **2,5 micras cada división**, para **50 aumentos** cada división sería **20 micras**.

Se coloca la escala del micrómetro perpendicularmente a la fibra y se lee el número de divisiones que comprende en varios puntos y para varias fibras dando una media.

#### Obtención de vistas de las fibras en sección transversal.

Se realiza mediante el uso de micrótomas y un medio de oclusión de la fibra adecuado, puede ser una resina, una parafina, etc. Los micrótomas realizan cortes muy finos de las fibras, pueden ser manuales y mecánicos. Un micrótomo manual muy usual es el modelo MINOT, constituido por un cilindro que en su interior lleva unas pinzas que pueden subir o bajar mediante un tornillo micrométrico colocado en la parte inferior; mediante el desplazamiento del tornillo y una cuchilla que se desliza sobre una superficie plana se obtiene un corte plano paralelo.

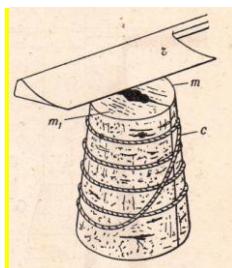


Micrótomo SHIBUYA

Por su parte el micrótomo mecánico está constituido por un carro que dispone de una cuchilla que recibe un movimiento de vaivén producido por una manivela, a su vez movida por un volante. La muestra a cortar se sujetó con unas pinzas que pueden recibir un movimiento vertical producido por un tornillo micrométrico que a cada uno de los movimientos de la cuchilla se desplaza una cantidad determinada.

Para la manipulación de las fibras y la preparación de la muestra a observar conviene disponer de pinzas textiles, agujas destejer, carda o peine para alinear, *cutter* o cuchilla y por supuesto líquido de inmersión o para tinción. La observación en sentido transversal se puede realizar de una forma sencilla impregnando las fibras con un medio para dar la consistencia adecuada. Se puede impregnar con goma arábiga, parafina, cola de pescado, siliconas, etc. Para proceder a la inclusión de las fibras textiles en la cola, se prepara un haz de fibras de 4 a 5 cm de longitud y de unos 4 mm de diámetro, procurando que estas estén dispuestas lo más paralelo posible y después se sumerge el haz en la cola. Se asegura que la cola ha penetrado hasta el interior de haz de fibras, se deja secar colgado durante 24 horas para adquirir rigidez.

Mediante un tapón de corcho abierto en dos mitades como indica la figura se incluye el haz de fibras y se sujetó con una ligadura fuertemente. Se mantiene fijo el tapón entre el pulgar y el índice de la mano, se desplaza la navaja con cuidado y se corta en sentido perpendicular al eje del corcho una delgada lámina, no es necesario cortar una sección circular.



### **Medios de observación.**

Rara vez se examinan en seco las fibras, lo habitual es hacer las preparaciones en medio líquido o sólido. Este medio ha de poseer cualidades ópticas y químicas que aseguren la observación indefinida de la preparación. Deben tener un índice de refracción parecido al del vidrio y distinto de la fibra. Los más empleados son agua, glicerina, parafina, aceite de cedro, aceite de linaza, monobromonaftalina, etc.

medio	Índice de refracción
aire	1,00
agua destilada	1,33
glicerina	1,47
parafina líquida	1,47
aceite de cedro	1,51
monobromonaftalina	1,67

### **Modo de efectuar la preparación.**

Casi todos los tejidos y artículos textiles que se encuentran en el comercio tienen apresto y vienen tintados, será preciso por tanto someterles a un tratamiento especial que elimine estos medios de interferencia para poder realizar una visión al microscopio correcta.

En el caso de productos aprestados con sustancias amiláceas: colocar la muestra en un vaso de precipitados, tratar con disolución de carbonato sódico al 1%, hervir durante 15 minutos, escurrir y lavar con agua fría.

Para el caso de productos intensamente coloreados: tratar durante 15 minutos a ebullición con disolución de HCl al 1%, sino disminuye coloración, tratar teniendo precaución con la naturaleza de la fibra con un blanqueante adecuado (agua oxigenada, hidrosulfito sódico, disolución diluida de hipoclorito, ácido crómico, etc.)

Para otros aditivos y sustancias de apresto grasas, ceras, etc. puede emplearse etanol, éter de petróleo, tolueno, etc. o puede valer el tratamiento con carbonato sódico.

Los tejidos se descomponen mediante el deshilado y la des-torsión de los hilos en sus diversos elementos teniendo cuidado de separar por un lado la urdimbre y por otro la trama y también se clasifican en grupos todos aquellos hilos similares en grosor o título, color, aspecto, torsión, etc.

La preparación se efectúa colocando en el centro del porta-objetos varios filamentos de la muestra que se quiere analizar se deja caer una gota en un extremo del líquido de inmersión, se alinean las fibras, se deja caer otra gota en el centro y se coloca el cubre-objetos poco a poco desde el extremo para no dejar burbujas de aire. Procúrese no manchar el cubre-objetos en la parte exterior.

### **Examen microscópico de las fibras vegetales.**

Las fibras vegetales pueden proceder de semillas, de tallos, de hojas y más raramente de los frutos de plantas *monocotiledóneas* y *dicotiledóneas*. Pudiendo estar constituidas por pelos vegetales (algodón, kapok), por fibras liberianas (lino, cáñamo, yute, ramio, etc.), por fibras vasculares (sisal, aloe, etc.) y por fibras *esclerenquimáticas* (cáñamo de Manila, lino de Nueva Zelanda, etc.).

Las más importantes fibras vegetales y de las que se tratará a continuación, son el algodón, el lino, el ramio, fibra de coco, sisal, yute, esparto, cáñamo entre otras. Ver microfotografías.

El constituyente principal de las fibras vegetales es la celulosa, pero mientras que algunas fibras están compuestas de celulosa en muy alto porcentaje (algodón, lino), otras están compuestas por productos de modificación de la celulosa, es decir por lignina o lignocelulosa (yute) existiendo siempre una zona intermedia con cantidades variables de lignina. Además de la celulosa y la lignina, las fibras vegetales pueden contener sustancias albuminoides más o menos desecadas que se encuentran en el canal de la fibra, sílice en las células epidérmicas, cristales de oxalato de calcio, gomas, resinas, grasas y pigmentos de coloración diversa.

La celulosa y la lignina pueden ponerse de manifiesto mediante los reactivos ya descritos y especialmente con los reactivos yodosulfúrico o el cloroyoduro de zinc.

Dichos reactivos colorean las fibras formadas por celulosa en azul o violáceo (p.e. algodón, lino, ramio, cáñamo) mientras que las que contienen alto porcentaje en lignina se colorean en amarillo oro o amarillo pardo (yute, kapok, cáñamo de Manila, etc.). En relación a la estructura morfológica de las fibras vegetales, conviene tener presente que, con excepción del algodón y del kapok que tienen la estructura de un pelo vegetal unicelular, están formadas por células más o menos alargadas, de sección poligonal; si se observan en conjunto se presentan como pequeños tubos huecos , fusiformes , con los extremos agudos o ligeramente redondeados.

**Tabla de características microscópicas de las fibras vegetales:**

FIBRAS	Aspecto al microscopio fibra	Aspecto al microscopio canal interno	Longitud fibra (mm)	Diámetro fibra (micras)	Coloración con reactivo yodosulfúrico
<b>Algodón</b> <i>(Gossypium)</i>	Cinta helicoidal	ancho	10 – 50	12 - 40 (25)	Azul / violeta
<b>Lino</b> <i>(Linum usitatissimum)</i>	Cilíndrica con estrías transversales	Muy fino	20 – 40	12 -25 (20)	Azul
<b>Ramio</b> <i>(Boehmeria nivea)</i>	Cinta ancha con estrias oblicuas	ancho	60 – 260 (120)	60 - 120 (55)	Azul
<b>Cáñamo</b> <i>(Cannabis sativa)</i>	Cilindro aplastado, estrias longitudinales y transversales	ancho	15 - 50	25 - 35 (30)	Azul-verdosa
<b>Yute</b> <i>(Corchorus)</i>	Cilíndrica sin estrías	irregular	1 - 5	10 - 32 (20)	Amarilla - parda
<b>Sisal</b> <i>(Pita, ágave)</i>	Cilíndrica, sutil, sin estrías	ancho	1 - 5	20 - 32 (25)	Amarilla-parda
<b>Coco</b> <i>(Cocos nucifera)</i>	Cilíndrica con poros y fisuras	ancho	0,5 – 1	12 - 24 (26)	Amarilla-parda
<b>Esparto</b> <i>(Lygeum spartum)</i>	Cilíndrica, sutil sin estrías	Muy fino	0,5 - 5	12 - 15 (13)	Amarillo-verdosa
<b>Abacá</b> o Cáñamo de Manila <i>(Musa textiles)</i>	Cilíndrica sin estrías	ancho	5 – 12	15 - 30 (24)	amarilla
<b>Formio</b> o lino de Nueva zelanda <i>(Phormium tenax)</i>	Cilíndrica, sutil sin estrías	Muy fino	8 - 10	15 - 20 (12)	Amarillo-verdosa
<b>Kapok</b> o lana vegetal <i>(Bombax ceiba)</i>	Cilindro hueco sin estrías	Muy ancho	15 – 30	20 - 40 (30)	Amarilla

## **ALGODÓN.**

Está constituido por la pelusa que reviste las semillas de muchas variedades de *Gossypium*. La fibra de algodón está formada por una célula única de forma tubular, que tiene un extremo libre y el otro unido a la superficie externa de la semilla. La longitud de la fibra ve de un mínimo de 10 mm a un máximo de 50 mm, el diámetro que es máximo hacia la parte media varía de 12 a 40 micras, la relación longitud/diámetro varía de 1.200 a 1.500 aprox.

a) **Características microscópicas en sentido longitudinal.** Véanse muestras en microscopio o microfotografías. Las fibras de algodón están aisladas por lo que en el campo del microscopio aparecen siempre separadas unas de otras y nunca agrupadas en haces. Cada fibra distinta se presenta como una cinta aplastada que en la parte central tiene un canal largo, con grumos de sustancia protoplasmática desecada, circunscrito por las paredes de la fibra que en sus bordes son más gruesas y a menudo realzadas. La cinta, que se presenta más o menos enrollada en espiral en el sentido longitudinal, presenta a veces espiras de paso largo y otras veces espiras de paso corto. Las espiras no están dispuestas todas en igual sentido; mientras que una porción de la fibra presenta cierto número de espiras (5 ó 6) que giran hacia la derecha, la porción siguiente, que generalmente está separada de la anterior por un intervalo de fibra cintiforme y sin espiras, tiene las espiras hacia la izquierda. La fibra ofrece este aspecto en tres cuartas partes de su longitud para llegar hacia el extremo de la fibra como cilíndrica hacia el extremo de la misma. El extremo libre suele presentar aspecto redondeado o espacial. Algunas fibras de algodón (*fibras muertas*) presentan características microscópicas distintas de las descritas. Dichas fibras aparecen como cintas de pequeño espesor, sin luz y con estrías oblicuas muy evidentes.

b) **Características microscópicas en el sentido de la sección transversal.** Las secciones transversales de *algodón maduro* presentan formas variables según la zona de la fibra en la que se haya realizado el corte; así presentan forma oval o elipsoidal, formas con aspecto de riñón o de una S. El aspecto de la sección del *algodón muerto o no maduro* es redondeado y exento de canal.

El examen microscópico del algodón puede servir, además de para su conocimiento, para establecer la calidad del mismo, teniendo en cuenta que el algodón más apreciado es aquel en que las fibras se presentan más largas, finas, redondeadas y con numerosas convoluciones. Pueden considerarse fibras poco retorcidas aquellas que, vistas al microscopio con aumento x 60 presentan en el campo visual tres espiras o menos; medianamente retorcidas las que tienen de 3 a 6, muy retorcidas las que presentan un número de espiras superior a seis. Es muy corriente encontrar algodones que a pesar de ser de óptima calidad comercial, están constituidos por mezclas de tres categorías de fibras. Normalmente un buen algodón está formado por un 50% de fibras muy retorcidas, del orden del 30% de fibras con un número de convoluciones medio y 20% de fibras poco o nada retorcidas.

## **ALGODÓN MERCERIZADO.**

Se trata de un algodón que en determinadas condiciones de tracción se ha sumergido en una disolución de hidróxido sódico adquiriendo de esta manera una mejora de propiedades como resistencia tracción, absorción de agua, mejor capacidad de tinción, lustre, etc.

a) **Características microscópicas en sentido longitudinal.** Las fibras de algodón Mercerizado se presentan como delgados cilindros regulares de aspecto brillante, sin presencia de canal interno ó con una luz casi lineal que en algún fragmento de la fibra puede faltar enteramente. En los algodones bien Mercerizados apenas hay presencia de espiras.

b) **Características microscópicas en el sentido de la sección transversal.** Las secciones del algodón Mercerizado son prácticamente circulares, en el centro presentan una especie de punto.

## **LINO.**

Se obtiene de las fibras de lino de numerosas variedades de *Linum*, de entre las cuales el *Linum Usitatissimum* es la más comúnmente empleada. La fibra constituida por celulosa, está formada por una única célula alargada en forma de huso hueco, de sección más o menos poligonales, con las extremidades que van adelgazándose gradualmente. La longitud de la fibra varía de 20 a 40 mm y el diámetro de 12 a 25 micras, la relación entre la longitud y el diámetro es aproximadamente de 1200.

a) **Características microscópicas en sentido longitudinal.** Las fibras de lino pueden separarse fácilmente con agujas y por ello aparecen aisladas en el campo del microscopio y solo muy raramente reunidas en haces de dos o tres. Toda fibra aislada observada en la parte central se presenta como un cilindro delgado, casi transparente, de diámetro casi constante que en la parte media ofrece una luz delgada casi lineal, que recorre la fibra en casi toda su longitud. Las fibras no poseen líneas o estrías longitudinales, pero transversalmente, a distancias aproximadamente regulares, presentan en cambio estrías que se cruzan oblicuamente y dispuestas según las ramas de una X. Los dos extremos de la fibra son delgados y agudos.

b) **Características microscópicas en el sentido de la sección transversal.** Cada sección tiene un contorno poligonal con cinco o seis lados.

## **RAMIO.**

Procede de las fibras de lino de algunas urticáceas, de entre las cuales son las más importantes la *Boehmeria tenacissima* y la *Urtica nivea*. Cada fibra está constituida por celulosa y formada por una única célula fusiforme, larguísima con extremidades aguzadas. La longitud media de la fibra es de 120 mm, el diámetro medido en la zona de máximo ensanchamiento va de 60 a 120 micras, la razón entre la longitud y el diámetro es de 2400.

**a) Características microscópicas en sentido longitudinal.** Las fibras tiene un brillo casi sedoso, se presentan fácilmente aislables y se presentan como cintas un poco aplastadas, irregulares con una luz ancha, que a menudo no es muy visible. La fibra está recorrida longitudinalmente por estrías más o menos regulares. Otra característica singular de las fibras de ramio es presentar fisuras acentuadas y profundas algo oblicuas respecto al eje de la fibra.

**b) Características microscópicas en el sentido de la sección transversal.** Generalmente las secciones son aisladas; rara vez reunidas en grupos. Estas secciones, si son de la parte media de la fibra, son notablemente grandes, de forma casi elíptica, reniforme; el lumen aparece ancho y contiene frecuentemente una sustancia granulosa.

#### **CAÑAMO.**

Procede de las fibras liberianas de la *Cannabis sativa*, de la que la variedad más importante es la *Cannabis sativa excelsior* (italiana) y la *Cannabis cinensis* (china). La fibra de cáñamo constituida por celulosa, está formada por una sola célula alargada, en forma de huso hueco de sección poligonal menos acentuada que el lino. La longitud de la fibra va de 5 a 50 mm, su diámetro varía de 25 a 35 micras; la relación longitud/anchura es de 1000.

**a) Características microscópicas en sentido longitudinal.** Las fibras de cáñamo son más difícilmente aislables que las de lino; así que es posible encontrarlas aisladas o también reunidas en grupos de dos o tres. En la parte central las fibras se presentan como una cinta aplastada de diámetro sensiblemente uniforme, recorrida longitudinalmente por estrías paralelas a los bordes de la fibra, evidentes y bien marcadas.

En sentido transversal se notan estrías dispuestas oblicuamente a intervalos regulares, casi siempre aisladas, algunas veces raramente cruzadas en X, pero no abarcan toda la anchura de la fibra.

**b) Características microscópicas en el sentido de la sección transversal.** Las secciones no son nunca aisladas sino reunidas en grupos y adheridas por medio de una sustancia intercelular. Tienen diámetro grande y cada una de ellas presenta un entorno redondeado casi sinuoso, por lo que ensamblan unas con otras. Raramente poseen una forma poligonal, pero también en este caso los ángulos son redondeados.

### **ABACA O CAÑAMO DE MANILA.**

Es la fibra obtenida de los nervios y del pecíolo de las hojas de diversas musáceas y especialmente de la *Musa textiles*, la fibra constituida por celulosa fuertemente lignificada, es unicelular. Las fibras de abacá son de 5 a 12 mm de largo por 15 a 30 micras de diámetro, con una relación entre longitud y anchura de aproximadamente 250.

a) **Características microscópicas en sentido longitudinal.** Las fibras se presentan agrupadas en haces compactos que sólo se desfibran después de tratadas con baños alcalinos. Las fibras aisladas tienen el aspecto de un tubo cilíndrico, con bordes lisos, regulares, paredes delgadas y puntas ligeramente redondeadas.

No presentan, ni longitudinalmente ni transversalmente estrías. El canal es regular y más ancho que las paredes. Las fibras van acompañadas por vasos en espiral que envuelven haces enteros.

b) **Características microscópicas en el sentido de la sección transversal.** Las secciones están reunidas en grupos numerosos; son poligonales, con los ángulos casi siempre redondeados, no encajan perfectamente entre sí, sino que dejan espacios vacíos. Fundándose en los caracteres de las secciones y precisamente a base de la presencia de espacios intercelulares y de la misma forma de las secciones, el abacá puede distinguirse del agave (sisal o pita) con el que puede confundirse fácilmente en sentido longitudinal.

### **FORMIO O LINO DE NUEVA ZELANDA.**

Se obtiene de las hojas del *Phormium tenax*; los filamentos están formados por fibras lignificadas de 8 a 10 m de longitud y de 15 a 20 micras de diámetro, por lo que la relación entre longitud y diámetro es de 500.



## **EXAMEN MICROSCOPICO DE LAS FIBRAS ANIMALES.**

Las fibras animales pueden ser de origen cutáneo o de origen glandular. Las de origen cutáneo son los pelos animales y la lana; las de origen glandular, la seda. Ver microfotografías.

### **PELOS Y LANAS. GENERALIDADES.**

Los pelos y la lana, aunque pueden proceder de distintos tipos de animales, tienen en todo caso el mismo origen epidérmico. Por lo que se refiere a la estructura de estas fibras, hay que recordar que están constituidas por tres agregados de células que tienen caracteres y propiedades diferentes y son los siguientes: *la médula*, *la capa cortical o fibrilar* y *la capa epidérmica*.

**Lana de oveja común.** Constituida por las fibras que se obtienen del vello de algunos animales pertenecientes a la familia de los óvidos y especialmente del *Ovis aries*.

Al microscopio se presentan como cilindros delgados de diámetro prácticamente uniforme entre 15 y 20 micras. A lo largo de los extremos del cilindro se notan contornos aserrados más o menos pronunciados. Superficialmente se notan una serie de escamas de bordes irregulares formando como tejas de un tejado ó escamas de pez.

**Lana merina.** Procedente del *Ovis aries hispanica* es muy parecida a la precedente. Las fibras tienen un diámetro de 25 micras aproximadamente. La capa epidérmica tiene las escamas anchas, de manera que cada una de ellas circunda el pelo; el extremo superior libre es claramente visible y forma a lo largo de los bordes de la fibra un dentado regular.

La capa cortical está muy desarrollada y se presenta en forma de una fina estriadura longitudinal, bien visible a través de las escamas, no presenta pigmentaciones y falta la médula.

**Lana de cabra doméstica.** Proviene del pelo de la *Capra hircus* y está constituida por fibras que tienen un diámetro que varía de 80 a 120 micras. Los *pelos lanosos* no poseen médula y presentan la capa cutánea finamente dentada.

**Lana de cabra de Angora (lana Mohair).** Procede del pelo de la *Capra hircus angorensis* y se presenta en forma de fibras de 40 – 50 micras de diámetro, con un alto lustre.

La capa epidérmica tiene las escamas planas, anchas, notablemente delgadas y tan poco visibles, que solo iluminando la fibra oblicuamente o con luz polarizada pueden ponerse de manifiesto. En los pelos más gruesos las escamas son más evidentes. La capa cortical está muy desarrollada; la fibra presenta estrías longitudinales visibles. No suele presentar canales medulares.

**Lana de camello.** Está constituida por pelos de camello; en ella se distinguen los pelos cerdosos algo rígidos de tono leonado oscuro de aproximadamente 70 micras de diámetro y los pelos lanosos más finos, de color leonado claro con diámetros de 15 a 20 micras.

Los pelos cerdosos poseen una capa epidérmica formada por escamas finas, poco visibles con bordes un poco ondulados o con bordes sobresalientes. La capa media es muy ancha y presenta estrías marcadas, dispuestas regularmente en el sentido longitudinal de la fibra; las fibrillas que la componen contienen un pigmento pardo; la médula está desarrollada y se presenta como una sucesión en columna de una o más series de células.

Los pelos lanosos muestran una capa epidérmica formada por escamas con contornos poco evidentes. La capa media comprende toda la longitud del pelo y presenta estrías y granulaciones pardas; la médula falta casi siempre.

#### **Caracteres microscópicos de las fibras animales.**

FIBRA	Aspecto al microscopio de la fibra	Aspecto al microscopio del canal medular	Diámetro (micras)
Lana de oveja común	Cilíndrico con escamas	No tiene	15 - 20
Lana de oveja merina	Cilíndrico con escamas	No tiene	23 – 37 (25)
Lana de cabra de Angora	Cilíndrico con escamas poco evidentes y finas estrías longitudinales	No tiene	fibras finas 21-23 fibras medias 40
Lana de cabra doméstica	Cilíndrico con escamas	No tiene	Fibras finas 80
Lana de camello	Cilíndrico con escamas poco evidentes, estrías longitudinales con gránulos y agrupaciones lineales de pigmento	A menudo presente, con forma granular formando islas.	fibras finas 15-20 fibras medias 40-50
Lana de camélidos: llama, alpaca, vicuña	Cilíndrico con escamas poco evidentes, estríaduras longitudinales con finas granulaciones pigmentarias	Exiguo, interrumpido	Pelos lanosos 15-30
Pelo del conejo de Angora (angorina)	Cilíndrico con escamas poco evidentes, con estrías longitudinales	Ancho, con espacios vacíos, a veces múltiple.	14 - 16
Seda común	Cilíndrico, transparente.	No tiene	13 - 14
Seda silvestre	En cinta, con finas y evidentes estríaduras longitudinales y haces transversales.	No tiene	30 var. <i>Mylitta</i> 40 var. <i>Yamamay</i>
Biso	Cilíndrico, rara vez con estríaduras	No tiene	45

**Lana de vicuña o de alpaca.** Estos dos tipos de pelos son muy semejantes entre sí, poseen pelos cerdosos de aproximadamente 60 micras de diámetro y pelos lanosos de 15 a 30 micras de diámetro. En los pelos cerdosos la capa epidérmica es poco visible, mientras que la capa media está muy desarrollada y llena de pigmentos pardos o de gruesas fisuras llenas de sustancia colorante, la médula está formada por una columna compacta de células.

Los pelos lanosos, presentan una capa epidérmica formada por escamas apenas perceptibles que, especialmente en los pelos oscuros, parecen ausentes; la capa media presenta estrías muy visibles y pigmentaciones pardas, la médula falta en los pelos delgados, en los de espesor medio existe en forma de islas medulares.

**Pelo de conejo de Angora.** Procede del conejo de angora y constituido por fibras cortas de diámetro medio 15 micras. Los pelos más gruesos presentan la capa epidérmica formada por delgadas escamas, pero bastante evidentes; la capa fibrilar es muy poco visible, la médula está formada por una sucesión de células rectangulares de color pardo en su caso alternada con espacios claros vacíos.

**Seda.** Constituida por filamentos producidos por órganos especiales de algunos lepidópteros cultivados o silvestres. La seda común procede de la especie *Bombyx mori*, mientras que la seda silvestre la proporcionan los gusanos *Antherae yamamay*, *Antherae pernyi*, *Antherae mylitta*. La seda común está formada por dos cilindros delgados que corren paralelamente el uno al otro, adheridos en algunos tramos por sericina y separados en otros. No poseen estrías longitudinales ni transversales, sino que aparecen lisos, transparentes. La sección transversal tiene forma triangular.

Por lo que respecta a las sedas silvestres tienen diámetros que oscilan en torno a las 40 micras. Se presentan en su visión longitudinal como cintas surcadas de numerosas estrías longitudinales, delgadas pero visibles, en ocasiones oblicuas. La sección transversal es triangular.

**Biso.** Se conoce también como seda marina; está constituida por filamentos que salen de las valvas de algunas especies de *Pinna* y especialmente de *Pinna nobilis*. Los filamentos están formados por una sustancia nitrogenada del tipo de la queratina, tiene una longitud de hasta 20 cm y poseen un diámetro medio de 45 micras.

**Las fibras artificiales y sintéticas** no presentan, por lo general, características destacables al microscopio óptico, siendo necesario para su caracterización otras técnicas instrumentales: espectroscopía infrarroja, R.M.N. Análisis térmico, etc.

## **12.2 Análisis cuantitativo de mezclas de fibras textiles.**

**REGLAMENTO UNION EUROPEA RELATIVO AL MARCADO Y ETIQUETADO DE COMPOSICION Y METODOS ANALISIS DE MATERIAS TEXTILES.**

**REGLAMENTO (UE) Nº 1007/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO.**

*De 27 de septiembre de 2011. ES L 272/22 Diario Oficial de la Unión Europea 18.10.2011. Relativo a las denominaciones de las fibras textiles y al etiquetado y marcado de la composición en fibras de los productos textiles y por el que se derogan la Directiva 73/44/CEE del Consejo y las Directivas 96/73/CE y 2008/121/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Consultar también traslación a norma UNE-EN ISO 1833:2011.*

1. A efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- a) «**productos textiles**», todos los que, en estado bruto, semielaborados, elaborados, semimanufacturados, manufacturados, semiconfeccionados o confeccionados estén compuestos exclusivamente por fibras textiles, cualquiera que sea el procedimiento de mezcla o de ensamblaje utilizado;
- b) «**fibra textil**», uno de los enunciados siguientes:
  - i) una unidad de materia cuya flexibilidad, finura y gran longitud con relación a su dimensión transversal máxima la hacen adecuada para aplicaciones textiles,
  - ii) una tira flexible o tubo cuya anchura aparente no exceda de 5 mm, incluidas las tiras cortadas de otras tiras más anchas o de láminas, producidos a partir de las sustancias utilizadas para la fabricación de las fibras enumeradas en el cuadro 2 del anexo I y adecuados para aplicaciones textiles;
  - c) «**anchura aparente**», la anchura de la tira o del tubo, una vez que estos han sido plegados, aplastados, comprimidos o retorcidos o, en los casos de anchura no uniforme, su anchura media;
  - d) «**componente textil**», una parte del producto textil con un contenido en fibras identificable;
  - e) «**fibras extrañas**», fibras distintas a las declaradas en la etiqueta o el marcado;
  - f) «**forro**», un componente separado, utilizado en la confección de prendas de vestir y otros productos, formado por una única capa o múltiples capas de tejido sujeto a lo largo de uno o varios de sus bordes;
  - g) «**etiquetado**», la colocación de la información requerida en el producto textil poniéndole una etiqueta;
  - h) «**marcado**», la indicación de la información requerida directamente sobre el producto textil mediante bordado, impresión, estampado o cualquier otra tecnología de aplicación;
  - i) «**etiquetado global**», la utilización de una única etiqueta para varios productos o componentes textiles;

j) «productos desechables», productos textiles destinados a utilizarse una sola vez o durante un tiempo limitado y cuyo uso normal no prevé utilizaciones posteriores con la misma finalidad o una finalidad similar;

k) «porcentaje convencional», el valor de absorción de humedad que ha de emplearse en el cálculo del porcentaje de fibras en la composición del producto tomando como base la masa seca depurada ajustado en función de factores convencionales.

2. A efectos del presente Reglamento, se aplicarán las definiciones de «comercialización», «introducción en el mercado», «fabricante», «importador», «distribuidor», «agentes económicos», «norma armonizada», «vigilancia del mercado» y «autoridad de vigilancia del mercado» contenidas en el artículo 2 del Reglamento (CE) n° 765/2008.

#### **Artículo 4**

##### **Requisitos generales de comercialización de productos textiles**

Los productos textiles se comercializarán únicamente si están etiquetados o marcados o van acompañados de documentos comerciales con arreglo al presente Reglamento.

#### **CAPÍTULO 2**

##### **DENOMINACIONES DE FIBRAS TEXTILES Y REQUISITOS APLICABLES AL ETIQUETADO Y MARCADO CORRESPONDIENTE**

#### **Artículo 5**

##### **Denominaciones de fibras textiles.**

1. Solo las denominaciones de fibras textiles enumeradas en el anexo I se utilizarán en la descripción de la composición en fibras de las etiquetas y marcados de los productos textiles.

2. El uso de las denominaciones enumeradas en el anexo I se reservará a aquellas fibras textiles cuya naturaleza se corresponda con la descripción recogida en dicho anexo.

Las denominaciones enumeradas en el anexo I no se utilizarán para otras fibras, ya sea por sí solas o como raíz o adjetivo.

No se utilizará el término «seda» para indicar la forma o la presentación particular en filamento continuo de las fibras textiles.ES 18.10.2011 Diario Oficial de la Unión Europea L 272/

##### **Productos textiles puros.**

1. Solo podrán etiquetarse o marcarse como «100 %», «puro» o «todo» los productos que se compongan exclusivamente de una misma fibra.

Para el resto de los productos textiles no se utilizarán estos términos ni términos similares.

2. Sin perjuicio del artículo 8, apartado 3, un producto textil que no contenga más de un 2 % de fibras extrañas podrá tratarse también como compuesto exclusivamente de una misma fibra siempre que esta cantidad esté justificada por ser inevitable en las buenas prácticas de fabricación y no se añada de manera sistemática.

Un producto textil que haya sido sometido a un proceso de cardado podrá también considerarse compuesto exclusivamente de una misma fibra si las fibras extrañas no constituyen más de un 5 % de su peso, debiendo estar justificadas por ser técnicamente inevitables aún siguiendo las buenas prácticas de fabricación y no sean añadidas de manera sistemática.

#### **Productos de lana de esquilado o lana virgen.**

1. Un producto textil podrá etiquetarse o marcarse con una de las denominaciones establecidas en el anexo III, siempre que esté exclusivamente compuesto por una fibra de lana que no se haya incorporado previamente a un producto acabado, que no haya sido sometida a operaciones de hilatura o de enfurtido, excepto las requeridas por la fabricación del producto, y que no haya resultado dañada por tratamiento alguno o por el uso.

2. No obstante lo dispuesto en el apartado 1, las denominaciones enumeradas en el anexo III podrán utilizarse para calificar la lana contenida en una mezcla de fibras textiles si se cumplen todas las condiciones que se exponen a continuación:

- a) toda la lana contenida en la mezcla cumple los requisitos especificados en el apartado 1;
- b) esta lana representa como mínimo un 25 % del peso total de la mezcla;
- c) en caso de mezcla íntima, la lana solo está mezclada con otra única fibra.

Se indicará la composición porcentual completa de dicha mezcla.

3. Las fibras extrañas presentes en los productos contemplados en los apartados 1 y 2, incluidos los productos de lana que hayan sido sometidos a un proceso de cardado, no excederán del 0,3 % de su peso y se justificarán por ser técnicamente inevitables aun siguiendo las buenas prácticas de fabricación y no se añadirán de manera sistemática.

### **Artículo 9**

#### **Productos textiles de múltiples fibras.**

1. Un producto textil se etiquetará o marcará con la denominación y el porcentaje del peso de todas las fibras que lo componen en orden decreciente.

2. No obstante lo dispuesto en el apartado 1 y sin perjuicio del artículo 7, apartado 2, una fibra que suponga hasta el 5 % del peso total del producto textil, o las fibras que colectivamente supongan hasta el 15 % del peso total del producto textil, podrán, siempre que no puedan determinarse fácilmente en el momento de la fabricación, designarse mediante la mención «otras fibras», inmediatamente precedida o seguida de su porcentaje total del peso.

3. Los productos que contengan una urdimbre en algodón puro y una trama en lino puro, en los que el porcentaje de lino represente al menos un 40 % en peso del tejido sin encolar, podrán designarse por la denominación «mezclado», que deberá ir acompañada por la especificación de composición «urdimbre algodón puro-trama lino puro».

4. No obstante lo dispuesto en el artículo 5, apartado 1, por lo que se refiere a los productos textiles cuya composición sea difícil de determinar en el momento de su fabricación, podrán utilizarse en la etiqueta o el marcado las menciones «fibras diversas» o «composición textil no determinada».

## **ANEXO I**

### **Lista de denominaciones de fibras textiles**

#### **Fibras naturales.**

##### **Lana**

Fibra del vellón de oveja o cordero (*Ovis aries*) o mezcla de fibras del vellón de oveja o cordero y pelo de los animales enumerados a continuación.

**Alpaca, llama, camello**, cachemira, mohair, angora, vicuña, yak, guanaco, cashgora, castor, nutria, precedido o no de la denominación «lana» o «pelo»

Pelo de los siguientes animales: alpaca, llama, camello, cabra cachemira, cabra angora, conejo angora, vicuña, yak, guanaco, cabra cashgora, castor y nutria

**Pelo o crin** con o sin indicación de la especie animal (por ejemplo, pelo de bovino, pelo de cabra común, crin de caballo)

##### **Seda**

Fibra obtenida exclusivamente de los insectos sericígenos.

##### **Algodón**

Fibra obtenida de las semillas del algodonero (*Gossypium*).

##### **Miraguano**

Fibra obtenida del interior del fruto del miraguano (*Ceiba pentandra*)

##### **Lino**

Fibra obtenida del líber del tallo del lino (*Linum usitatissimum*)

##### **Cáñamo**

Fibra obtenida del líber del tallo del cáñamo (*Cannabis sativa*)

##### **Yute**

Fibra obtenida del líber de *Corchorus olitorius* y *Corchorus capsularis*. A efectos del presente Reglamento, se tratarán como el yute las fibras obtenidas del líber de las especies siguientes: *Hibiscus cannabinus*, *Hibiscus sabdariffa*, *Abutilon avicennae*, *Urena lobata* y *Urena sinuata*

##### **Abacá (cáñamo de Manila)**

Fibra obtenida de las vainas foliáceas de *Musa textiles*.

**Esparto**

Fibra obtenida de la hoja de *Stipa tenacissima*.

**Coco**

Fibra obtenida del fruto de *Cocos nucifera*.

**Retama**

Fibra obtenida del líber del tallo de *Cytisus scoparios* o de *Spartium junceum* .

**Ramio**

Fibra obtenida del líber del tallo de *Boehmeria nivea* y *Boehmeria tenacissima*.

**Sisal**

Fibra obtenida de las hojas de *Agave sisalana* .

**Sunn**

Fibra obtenida del líber del tallo de *Crotalaria juncea*.

**Henequen**

Fibra obtenida del líber del tallo de *Agave Fourcroydes* .

**Maguey**

Fibra obtenida del líber del tallo de *Agave cantala* .

**FIBRAS ARTIFICIALES Y SINTETICAS.****Acetato**

Fibra de acetato de celulosa en la cual menos del 92 % pero al menos el 74 % de los grupos hidroxilo está acetilado.

**Alginato**

Fibra obtenida de sales metálicas del ácido algínico.

**Cupro**

Fibra de celulosa regenerada obtenida por el proceso cuproamoniacial.

**Modal**

Fibra de celulosa regenerada obtenida a partir de un proceso viscosa modificado, con una fuerza de ruptura elevada y un alto módulo en húmedo. La fuerza de ruptura (B C ) en el estado acondicionado y la fuerza (B M ) necesaria para producir una elongación de un 5 % en estado húmedo están tasadas.

**Proteínica**

Fibra obtenida a partir de sustancias proteínicas naturales regeneradas y estabilizadas mediante la acción de agentes químicos.

**Triacetato**

Fibra de acetato de celulosa de la que al menos el 92 % de los grupos hidroxilo está acetilado.

**Viscosa**

Fibra de celulosa regenerada obtenida por el procedimiento viscosa para el filamento y la fibra discontinua.

**Acrílico**

Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena al menos el 85 % (en masa) de estructura de acrilonitrilo.

**Clorofibra**

Fibra formada por macromoléculas lineales cuya cadena está constituida como mínimo por un 50 % en masa de monómeros de cloruro de vinilo o de cloruro de vinilideno.

**Fluorofibra**

Fibra formada por macromoléculas lineales obtenidas a partir de monómeros alifáticos fluorocarbonados.

**Modacrílico**

Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena más del 50 % y menos del 85 % (en masa) de estructura de acrilonitrilo.

**Poliamida o nailon**

Fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas que presentan en su cadena conexiones amidas recurrentes vinculadas, en un 85 % como mínimo, a unidades alifáticas o cicloalifáticas.

**Aramida**

Fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas compuestas por grupos aromáticos vinculados entre sí por conexiones amidas e imidas directamente vinculadas, en un 85 % como mínimo, a dos núcleos aromáticos y cuyo número de conexiones imidas, en los casos en que estas existen, no supera al de las conexiones amidas.

**Poliimida**

Fibra formada por macromoléculas lineales sintéticas que tienen en la cadena unidades imidas recurrentes.

**Lyocell**

Fibra de celulosa regenerada obtenida por un proceso de disolución y de hilado en disolvente orgánico (mezcla de sustancias químicas y agua), sin formación de derivados.

**Polilactida**

Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena al menos un 85 % (en masa) de ésteres de ácido láctico derivados de azúcares naturales, con una temperatura de fusión de al menos 135 °C.

**Poliéster**

Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena al menos el 85 % (en masa) de un éster de diol y de ácido tereftálico.

**Polietileno**

Fibra formada por macromoléculas lineales saturadas de hidrocarburos alifáticos, no sustituidos.

**Polipropileno**

Fibra formada por macromoléculas lineales saturadas de hidrocarburos alifáticos, en los que uno de cada dos átomos de carbono lleva una ramificación metilo, en disposición isotáctica y sin sustituciones ulteriores.

**Policarbamida**

Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena la repetición del grupo funcional ureíleno (NH-CO-NH).

**Poliuretano**

Fibra formada por macromoléculas lineales que presentan en la cadena la repetición del grupo funcional uretano.

**Vinilo**

Fibra formada por macromoléculas lineales en las que la cadena está constituida por alcohol polivinílico con grado de acetilación variable.

**Trivinilo**

Fibra formada por terpolímero de acrilonitrilo, un monómero vinílico clorado y un tercer monómero vinílico, de los cuales ninguno llega al 50 % de la masa total.

**Elastodieno**

Fibra elastómera constituida, bien por polisopreno natural o sintético, bien por uno o varios dienios polimerizados con o sin uno o varios monómeros vinílicos, que, cuando se estira hasta alcanzar tres veces su longitud original y se suelta, recobra rápida y sustancialmente su longitud inicial.

**Elastano**

Fibra elastómera constituida por al menos un 85 % (en masa) de poliuretano segmentado y que, cuando se estira hasta alcanzar tres veces su longitud original y se suelta, recobra rápida y sustancialmente su longitud inicial.

**Fibra de vidrio**

Fibra hecha de vidrio.

**Elastomultiéster**

Fibra formada por la interacción de dos o más macromoléculas lineales químicamente diferenciadas en dos o más fases diferenciadas (ninguna de las cuales superior al 85 % en masa), que contengan grupos éster como unidad funcional dominante (85 % como mínimo) y que, tras un tratamiento adecuado, cuando se estira hasta una vez y media su longitud original y se suelta, recobra de forma rápida y sustancial su longitud inicial.

**Elastolefina**

Fibra compuesta por al menos un 95 % (en masa) de macromoléculas parcialmente entrecruzadas, formadas por etileno y al menos otra olefina, y que, cuando se estira hasta alcanzar una vez y media su longitud original y se suelta, recobra rápida y sustancialmente su longitud inicial.

**Melamina**

Fibra formada por al menos un 85 % en masa de macromoléculas entrecruzadas compuestas por derivados de la melamina.

**Denominaciones varias.** Correspondiente a la materia de que están compuestas las fibras, por ejemplo, metal (metálico, metalizado), amianto, papel, precedida o no de la palabra «hilo» o «fibra»

Fibras obtenidas a partir de materias diversas o nuevas que no sean las anteriormente mencionadas

## **Métodos para el análisis cuantitativo de mezclas binarias y ternarias de fibras textiles.**

### **CAPÍTULO 1**

#### **I. Preparación de muestras reducidas de laboratorio y muestras de análisis para determinar la composición en fibras de los productos textiles.**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

En el presente capítulo se exponen los procedimientos para obtener **muestras reducidas** de laboratorio de un tamaño adecuado para el tratamiento previo al análisis cuantitativo (es decir, de **una masa no superior a 100 g**) a partir de muestras globales de laboratorio, así como para seleccionar muestras de análisis a partir de muestras reducidas de laboratorio que hayan sido pre-tratadas para eliminar la materia no fibrosa (1).

##### **2. DEFINICIONES**

###### **2.1. Lote o partida**

Es la cantidad de material que se evalúa sobre la base de una serie de resultados de ensayos. Puede comprender, por ejemplo, todo el material que corresponda a una misma entrega de tejido, toda la tela tejida a partir de un enjulio determinado, una expedición de hilo o una o varias balas de fibras en bruto.

###### **2.2. Muestra global para laboratorio**

Es la porción que se toma del lote con la intención de que sea representativa de la totalidad de la misma, y de la que dispone el laboratorio. El tamaño y la naturaleza de la muestra a granel del laboratorio serán suficientes para reflejar adecuadamente la variabilidad del lote y para facilitar la manipulación en el laboratorio (2).

###### **2.3. Muestra reducida de laboratorio**

Es la porción de la muestra global para laboratorio que se somete a pre-tratamiento para eliminar la materia no fibrosa, y de la cual se toman los especímenes de ensayo. El tamaño y la naturaleza de la muestra reducida de laboratorio serán suficientes para reflejar adecuadamente la variabilidad de la muestra global para laboratorio (3).

###### **2.4. Muestra de análisis**

Es la porción de material necesaria para obtener un resultado de ensayo individual y se selecciona a partir de la muestra reducida de laboratorio.

### **3. PRINCIPIO**

La muestra reducida de laboratorio se selecciona de tal manera que sea representativa de la muestra global para laboratorio.

Las muestras de análisis se toman de la muestra reducida de laboratorio de tal manera que cada uno de ellos sea representativo de esta última.

## **4. MUESTREO DE FIBRAS SUELTA**

### **4.1. Fibras no orientadas**

Preparar la muestra reducida de laboratorio seleccionando al azar varios copos de la muestra global para laboratorio. Mezclar bien toda la muestra reducida de laboratorio con ayuda de una carda de laboratorio (4). Someter el velo o la mezcla así obtenidos, incluidas las fibras sueltas y las que se adhieran al instrumental utilizado para la mezcla, a pre-tratamiento. Seleccionar, a continuación, muestras de análisis del velo o la mezcla, de las fibras sueltas y de las fibras que se adhieran al instrumental, que sean proporcionales a sus masas respectivas.

Si el velo de carda permanece intacto después del pre-tratamiento, seleccionar las muestras de análisis del modo indicado en el punto 4.2. Si el velo se altera a consecuencia del pre-tratamiento, seleccionar las muestras de análisis sacando al azar del velo un mínimo de 16 copos pequeños de tamaño similar y adecuado y juntándolos a continuación.

### **4.2. Fibras orientadas (cardas, velos, cintas y mechas)**

De partes de la muestra global para laboratorio seleccionadas al azar, cortar un mínimo de 10 secciones transversales, cada una con una masa aproximada de 1 g. Someter la muestra reducida de laboratorio así formada a pre-tratamiento. Juntar a continuación las secciones transversales, poniéndolas en paralelo, y formar la muestra de análisis cortándolas transversalmente, de manera que este incluya una porción de cada una de las 10 longitudes.

- (1) En algunos casos es necesario pre-tratar cada espécimen de ensayo.
- (2) Para los artículos confeccionados y acabados, véase el punto 7.
- (3) Véase el punto 1.
- (4) Se podrá sustituir la carda de laboratorio por un mezclador de fibras o por el método denominado «enjambres de mechones»

## **5. MUESTREO DE HILOS**

### **5.1. Hilos en bobinas o en madejas**

Tomar muestras de todas las bobinas de la muestra global para laboratorio.

Retirar de cada bobina longitudes continuas, iguales y apropiadas, ya sea enrollando madejas de un mismo número de vueltas en una devanadera o por cualquier otro medio (1). Para formar la muestra reducida de laboratorio, juntar los largos, dispuestos en paralelo, en una única madeja o un único cable, haciendo todo lo posible por que los largos de las bobinas que forman la madeja o el cable sean iguales.

Someter la muestra reducida de laboratorio así formada a pre-tratamiento.

A partir de la muestra reducida de laboratorio, tomar las muestras de análisis cortando de la madeja o del cable un haz de hilos de igual longitud, cuidando de que el haz contenga todos los hilos de la muestra.

Si «t» es el tex del hilo y «n» el número de bobinas seleccionadas de la muestra global para laboratorio, para obtener una muestra reducida de 10 g la longitud del hilo que se habrá de sacar de cada bobina será de  $10^6 / nt$  cm.

Si el valor de «nt» es elevado, es decir, superior a 2000, será necesario enrollar una madeja de mayor peso y cortarla transversalmente en dos puntos, de modo que se obtenga un cable de una masa adecuada. Los extremos de las muestras que se presenten en forma de cable se atarán bien antes del pretratamiento y las muestras de análisis se tomarán a suficiente distancia del nudo.

### 5.2. Hilo sobre enjulio

Tomar la muestra reducida de laboratorio cortando en el extremo del enjulio un haz de 20 cm de largo como mínimo que contenga todos los hilos, a excepción de los hilos de la orilla, que se desecharán. Atar el haz de hilos en un punto próximo a uno de sus extremos. Si la muestra fuera demasiado grande para someterla a pre-tratamiento, dividirla en dos o más porciones, atar cada una de ellas por separado, someterlas a pre-tratamiento también por separado y juntarlas de nuevo, una vez concluido este. Tomar una muestra de análisis cortando, en un punto alejado del nudo, un largo adecuado de la muestra reducida de laboratorio que comprenda todos los hilos del enjulio. Para enjulios que contengan «N» hilos de «t» tex, la longitud de un espécimen de 1 g de masa será de  $10^5 /Nt$  cm.

## 6. MUESTREO DE TEJIDO

### 6.1. A partir de una muestra global para laboratorio constituida por un retazo único representativo del tejido

Cortar en la muestra una tira diagonal que vaya de una esquina a otra y quitar las orillas. Esta banda constituye la muestra reducida de laboratorio. Para obtener una muestra reducida de laboratorio de «x» g, la superficie de la tira será de  $x10^4 /G\text{ cm}^2$ , donde «G» es la masa del tejido en  $\text{g/m}^2$ .

Someter la muestra reducida de laboratorio al pre-tratamiento y, a continuación, cortar la tira transversalmente en cuatro largos iguales y superponerlos. Tomar las muestras de análisis de una parte cualquiera del material dispuesto en capas, cortando transversalmente todas ellas, de manera que cada espécimen comprenda una longitud igual de cada una de las capas.

Si la tela presenta un dibujo tejido, la anchura de la muestra reducida de laboratorio, medida en paralelo a la dirección de la urdimbre, no debe ser inferior a la distancia existente entre las repeticiones del dibujo en la urdimbre. Si, cumplida esta condición, la muestra global de laboratorio es demasiado grande para ser tratada entera, deberá cortarse en partes iguales. Estas partes se pre-tratarán por separado y se superpondrán.

### 6.2. A continuación se seleccionará la muestra de análisis, tratando de que las partes correspondientes del dibujo no coincidan. Muestra global para laboratorio constituida por varios retazos

Tratar cada retazo de acuerdo con lo especificado en el punto 6.1 y presentar los resultados por separado.

## 7. MUESTREO DE PRODUCTOS CONFECCIONADOS Y ACABADOS

La muestra global para laboratorio se compone normalmente de un producto confeccionado o acabado, o de una fracción representativa de uno de ellos.

Cuando proceda, determinar el porcentaje de las diferentes partes del producto que no tengan el mismo contenido en fibras, a fin de verificar el cumplimiento del artículo 11.

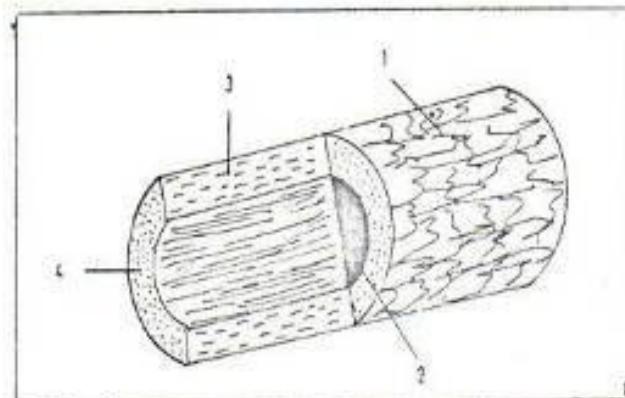
Seleccionar una muestra reducida de laboratorio representativa de la parte del producto confeccionado o acabado, cuya composición debe figurar en la etiqueta. Si el producto lleva varias etiquetas, seleccionar muestras reducidas de laboratorio representativas de cada parte correspondiente a una etiqueta determinada.

Si el producto cuya composición ha de determinarse no es uniforme, puede ser necesario seleccionar muestras reducidas de laboratorio de cada una de las partes del mismo y determinar las proporciones relativas de las distintas partes respecto a la totalidad del producto en cuestión.

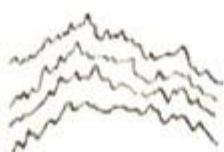
(1) Si las bobinas pudieran ponerse en un portabobinas apropiado, podrían desenrollarse simultáneamente varias de ellas.

### Referencias:

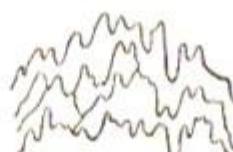
1. -Escamas cuticulares
2. -Medula
3. -Corteza
4. -Pigmentos



(a)



(b)



(c)



(d)

(a). Lisas

(b). Serrucho regular

(c). Serrucho irregular

(d). Ondeadas

Figura 7: Clasificación de las formas de los márgenes de las escamas

## **II. Introducción a los métodos para el análisis cuantitativo de mezclas de fibras textiles.**

Los métodos de análisis cuantitativo de las mezclas de fibras se basan en dos procesos esenciales: **la separación manual y la separación química de las fibras.**

Siempre que sea posible se utilizará el método de separación manual, ya que, por lo general, ofrece resultados más precisos que el método químico. Puede utilizarse con todos los productos textiles en los que las fibras componentes no formen una mezcla íntima, como es el caso, por ejemplo, de los hilos compuestos por varios elementos formados cada uno de ellos por un solo tipo de fibra, de los tejidos en los que la fibra de la urdimbre es de un tipo distinto a la de la trama o de los géneros de punto que pueden destejerse y están compuestos por hilos de distintos tipos.

En general, los métodos de análisis químico cuantitativo se basan en la disolución selectiva de los componentes individuales. Tras eliminar un componente, se pesa el residuo insoluble y se calcula la proporción del componente soluble a partir de la pérdida de masa. Esta primera parte del anexo ofrece la información común a los análisis efectuados por este método de todas las mezclas de fibras consideradas en el presente anexo, con independencia de su composición. Por tanto, se utilizará conjuntamente con las secciones posteriores del anexo que recojan los procedimientos detallados aplicables a mezclas de fibras concretas. Puede ocurrir que algunos análisis se basen en un principio que no sea el de la disolución selectiva. En estos casos, puede obtenerse información completa y detallada en la sección pertinente.

Las mezclas de fibras utilizadas durante el procesamiento y, en menor grado, las que se encuentran en los productos textiles acabados contienen a veces materia no fibrosa, como grasas, ceras o aditivos, o productos solubles en el agua, que pueden tener un origen natural o haber sido añadidos para facilitar el procesamiento. Las materias no fibrosas deberán eliminarse antes del análisis. Esta es la razón por la cual se describe igualmente un método de tratamiento previo que permite eliminar los aceites, las grasas, las ceras y los productos solubles en el agua en la mayoría de los casos.

Asimismo, los productos textiles pueden contener resinas u otras materias añadidas para conferirles propiedades especiales. Tales materias, incluidos los colorantes en casos excepcionales, pueden interferir con la acción del reactivo sobre el componente soluble o ser parcial o totalmente eliminadas por el reactivo. Estas materias añadidas pueden, por tanto, inducir a error y deberán eliminarse antes de analizar la muestra. En caso de que su eliminación sea imposible, no podrán aplicarse los métodos de análisis químico cuantitativo descritos en el presente anexo.

El colorante presente en los tejidos teñidos se considera parte integral de la fibra y no debe eliminarse.

Estos análisis se efectúan sobre la base de la masa seca, por lo que se incluye un método para determinarla.

El resultado se obtiene aplicando a la masa seca de cada fibra los porcentajes convencionales enumerados en el anexo IX.

**Antes de iniciar cualquier análisis, deberán haberse identificado todas las fibras presentes en la mezcla.** En algunos métodos, el componente insoluble de una mezcla podrá disolverse parcialmente en el reactivo utilizado para disolver el componente o componentes solubles.

Siempre que sea posible, se utilizarán reactivos cuyo efecto en las fibras insolubles sea escaso o nulo. Si se sabe que durante el análisis se produce una pérdida de masa, se corregirá el resultado; a tal fin se ofrecen factores de corrección. Estos factores se han determinado en diferentes laboratorios tratando las fibras depuradas mediante pretratamiento con el reactivo apropiado especificado en el método de análisis.

Estos factores de corrección solo son aplicables a fibras no degradadas, por lo que, si las fibras se han degradado antes o durante su procesamiento, pueden ser necesarios otros factores de corrección. Los procedimientos que aquí se exponen son aplicables a determinaciones únicas.

Se efectuarán como mínimo dos determinaciones a partir de muestras de análisis separadas, tanto en el caso de la separación manual como en el de la separación química.

A fin de confirmar los resultados, a menos que sea técnicamente imposible, se recomienda utilizar procedimientos alternativos en los que el constituyente que quedaba como residuo en el método estándar se disuelva primero.

## **MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE DETERMINADAS MEZCLAS BINARIAS DE FIBRAS TEXTILES**

I. Información general común a los métodos expuestos para el análisis químico cuantitativo de mezclas de fibras textiles

### **I.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El ámbito de aplicación de cada método especifica las fibras a las que es aplicable el método.

### **I.2. PRINCIPIO**

Tras haber identificado los componentes de la mezcla, se elimina la materia no fibrosa por medio de un pretratamiento adecuado y, a continuación, uno de los componentes, normalmente por disolución selectiva ( 1 ). Entonces se pesa el residuo insoluble y se calcula la proporción de componente soluble a partir de la pérdida de masa. Excepto en los casos en los que esto plantea dificultades técnicas, es preferible disolver la fibra cuya proporción sea mayor en la mezcla, a fin de obtener como residuo la fibra que se encuentre en menor proporción.

### **I.3. MATERIAL Y EQUIPO**

#### **I.3.1. Instrumental**

I.3.1.1. Crisoles filtrantes y frascos de pesadas lo suficientemente grandes como para contener los crisoles, o cualquier otro instrumental que ofrezca los mismos resultados.

I.3.1.2. Matraz de vacío.

I.3.1.3. Desecador que contenga gel de sílice con indicador.

I.3.1.4. Estufa ventilada para secar las muestras de análisis a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

I.3.1.5. Balanza analítica, con precisión de 0,0002 g.

I.3.1.6. Extractor Soxhlet u otro aparato que permita alcanzar los mismos resultados.

#### **I.3.2. Reactivos**

I.3.2.1. Éter de petróleo redestilado, rango de ebullición:  $40^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ .

I.3.2.2. Los demás reactivos se especifican en la sección correspondiente de cada método.

I.3.2.3. Agua destilada o desionizada.

I.3.2.4. Acetona.

I.3.2.5. Ácido ortofosfórico.

I.3.2.6. Urea.

I.3.2.7. Bicarbonato de sodio.

**Todos los reactivos utilizados deberán ser químicamente puros.**

#### I.4. ATMÓSFERA DE ACONDICIONAMIENTO Y DE ENSAYO

Como lo que se determina es la masa en seco, **no será necesario acondicionar la muestra** de análisis ni efectuar los análisis en una atmósfera acondicionada.

#### I.5. MUESTRA REDUCIDA DE LABORATORIO

Tomar una muestra reducida de laboratorio que sea representativa de la muestra global para laboratorio y suficiente para contener todas las muestras de análisis — **cada una de ellas de 1 g como mínimo**— requeridas.

#### I.6. PRETRATAMIENTO DE LA MUESTRA REDUCIDA DE LABORATORIO ( 2 )

Si se detecta la presencia de una sustancia que no debe tenerse en cuenta en el cálculo de los porcentajes (véase el artículo 19), se comenzará por eliminarla mediante un método adecuado que no afecte a ninguno de los constituyentes fibrosos.

Para ello, se elimina la materia no fibrosa que se pueda extraer con éter de petróleo y agua tratando la muestra reducida de laboratorio en un extractor Soxhlet con éter de petróleo durante una hora a una velocidad mínima de seis ciclos por hora. Dejar que el éter de petróleo se evapore de la muestra y extraerlo, a continuación, por tratamiento directo, sumergiendo la muestra reducida de laboratorio en agua durante una hora a temperatura ambiente, y volviendo a sumergirlo en agua a  $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante otra hora, agitando la solución de vez en cuando. La proporción solución-muestra reducida de laboratorio será de 100:1. Eliminar el exceso de agua de la muestra por estrujamiento, succión o centrifugación y dejar secar la muestra al aire.

(1) El método nº 12 constituye una excepción. Se basa en la determinación del contenido de una sustancia constituyente de uno de los dos componentes.

(2) Véase el capítulo 1, punto 1.

En el caso de la elastolefina o de mezclas de fibras que contengan elastolefina y otras fibras (lana, pelo de animales, seda, algodón, lino, cáñamo, yute, abacá, esparto, coco, retama, ramio, sisal, cupro, modal, proteínica, viscosa, acrílico, poliamida o nailon, poliéster y elastomultiéster), el procedimiento antes descrito se modificará ligeramente sustituyendo el éter de petróleo por acetona.

En el caso de mezclas binarias de fibras que contengan elastolefina y acetato, se aplicará como pretratamiento el procedimiento que se expone a continuación. Extraer la muestra reducida de laboratorio durante 10 minutos a  $80^{\circ}\text{C}$  con una solución que contenga 25 g/l de ácido ortofosfórico al 50 % y 50 g/l de urea. La proporción solución-muestra reducida de laboratorio será de 100:1. Lavar la muestra reducida de laboratorio en agua y, a continuación, dejar escurrir y lavar en una solución de bicarbonato sódico al 0,1 % y, finalmente, lavarlo con cuidado en agua.

Si la materia no fibrosa no pudiera extraerse con éter de petróleo y agua, se eliminará sustituyendo el método del agua descrito anteriormente por un método adecuado que no altere sustancialmente ninguno de los constituyentes fibrosos. Cabe señalar que, en el caso de determinadas fibras vegetales naturales crudas (yute o coco, por ejemplo), el pretratamiento normal con éter de petróleo y agua no elimina todas las sustancias no fibrosas naturales.

A pesar de ello, no se aplicará ningún pre-tratamiento complementario a menos que la muestra contenga aprestos no solubles tanto en el éter de petróleo como en el agua.

En los informes del análisis se describirán detalladamente los métodos de pre-tratamiento utilizados.

## I.7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

### I.7.1. Instrucciones generales

#### I.7.1.1. Secado

Todas las operaciones de secado deberán efectuarse en un tiempo **no inferior a 4 horas ni superior a 16 horas, a 105 °C ± 3 °C en una estufa ventilada** cuya puerta permanezca cerrada en todo momento. Si la duración del secado fuera inferior a 14 horas, deberá pesarse el espécimen para comprobar si su masa ha llegado a ser constante. Se considerará que la **masa** ha llegado a ser **constante** cuando su variación, **después de un nuevo secado de 60 minutos, sea inferior a 0,05 %**.

Durante las operaciones de secado, enfriamiento y pesada, se debe evitar manipular con las manos desnudas los crisoles filtrantes y los frascos de pesadas, así como las muestras de análisis o los residuos.

Secar las muestras de análisis en un frasco de pesadas con su tapa al lado. Después del secado, tapar el frasco de pesadas antes de sacarlo de la estufa y trasladarlo rápidamente al desecador.

Secar en la estufa el crisol filtrante dentro de un frasco de pesadas con su tapa al lado. Después del secado, tapar el frasco de pesadas y trasladarlo rápidamente al desecador.

Si se utiliza un instrumento distinto del crisol filtrante, las operaciones de secado en la estufa se llevarán a cabo de manera que la masa seca de las fibras pueda determinarse sin pérdida.

#### I.7.1.2. Enfriamiento

Efectuar todas las operaciones de enfriamiento en el desecador, que se habrá colocado junto a la balanza, durante el tiempo suficiente para que los frascos de pesadas se enfríen totalmente y, en cualquier caso, **durante dos horas como mínimo**.

#### I.7.1.3. Pesada

Una vez enfriados, sacar los frascos de pesadas del desecador y pesarlos en los dos minutos siguientes. Pesar con 0,0002 g de precisión.

### I.7.2. Procedimiento

Tomar de la muestra reducida de laboratorio pretratada una muestra de análisis cuyo peso sea **como mínimo de 1 g**. Cortar el hilo o el tejido en **porciones de 10 mm** de largo aproximadamente y **disgregarlas lo mejor posible**. Secar la muestra de análisis en un frasco de pesadas, enfriarla en el desecador y pesarla. Trasladar la muestra de análisis al recipiente de cristal indicado en la sección correspondiente del método de la Unión pertinente; inmediatamente después, pesar de nuevo el frasco de pesadas y obtener la masa seca de la muestra de análisis por diferencia. Completar el ensayo según se especifique en la sección correspondiente del método aplicable. **Examinar el residuo al microscopio para comprobar que realmente el tratamiento ha eliminado por completo la fibra soluble.**

## I.8. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Expresar la masa del componente insoluble en porcentaje de la masa total de fibra presente en la mezcla. El porcentaje del componente soluble se obtiene por diferencia. Calcular los resultados sobre la base de la masa seca depurada, ajustada mediante: a) los porcentajes convencionales, y b) los factores de corrección necesarios para tener en cuenta la pérdida de materia durante el pretratamiento y el análisis.

Cálculo del porcentaje de componente insoluble sobre la base de la masa seca depurada, sin tener en cuenta la pérdida de masa de las fibras durante el pretratamiento:

$$P_1 = 100 \cdot r \cdot d / m$$

Donde:

**P<sub>1</sub> %** es el porcentaje de componente insoluble seco depurado,

**m** es la masa seca de la muestra de análisis tras el pretratamiento,

**r** es la masa seca del residuo,

**d** es el factor de corrección para la pérdida de masa del componente insoluble en el reactivo durante el análisis. Los valores correspondientes a «d» figuran en la sección pertinente de cada método.

Estos valores de «d» son, por supuesto, los valores normales aplicables a las fibras no degradadas químicamente.

I.8.2. Cálculo del porcentaje de componente insoluble sobre la base de la masa seca depurada, ajustado mediante los porcentajes convencionales de humedad:

$$P_{1A} = 100 \cdot P_1 (1 + 0,01 a_2) / P_1 \cdot (1+0,01 a_2) + (100-P_1) \cdot (1+0,01 a_1)$$

**P<sub>1A</sub> %** es el porcentaje de componente insoluble ajustado por los porcentajes convencionales.

**P<sub>1</sub>** es el porcentaje de componente insoluble seco depurado calculado a partir de la fórmula indicada en el punto I.8.1,

**a<sub>1</sub>** es el porcentaje convencional humedad para el componente soluble

**a<sub>2</sub>** es el porcentaje convencional humedad para el componente insoluble

El porcentaje del segundo componente es **P<sub>2A</sub> % = 100 – P<sub>1A</sub> %**.

En caso de que se haya aplicado un pretratamiento especial, los valores de b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub> deberán determinarse, si fuera posible, sometiendo cada uno de los constituyentes fibrosos puros al pretratamiento aplicado durante el análisis. Se entiende por fibras puras, las fibras exentas de todo material no fibroso, a excepción del que contengan normalmente (de forma natural o a consecuencia del proceso de fabricación), en el estado en el que se encuentren (crudo, blanqueado) en el material que vaya a analizarse.

En caso de que no se disponga de fibras constituyentes separadas puras que se hayan utilizado en la fabricación del material que deba analizarse, se utilizarán los valores medios de b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub> que se hayan obtenido en ensayos efectuados con fibras depuradas similares a las existentes en la mezcla objeto de examen.

Si se aplica el pretratamiento normal por extracción con éter de petróleo y agua, se podrá hacer caso omiso de los factores de corrección b 1 y b 2 , salvo en los casos del algodón crudo, del lino crudo y del cáñamo crudo, en los que convencionalmente se admite que la pérdida debida al pretratamiento es del 4 %, y en el caso del polipropileno, en el que se considera que dicha pérdida es del 1 %.

En el caso de otras fibras, se admite convencionalmente que no se tengan en cuenta en los cálculos las pérdidas por efecto del pretratamiento.

## **Método de análisis cuantitativo por separación manual**

### **II.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El método es aplicable a todos los tipos de fibras textiles, siempre que no formen una mezcla íntima y que sea posible separarlas a mano.

### **II.2. PRINCIPIO**

Tras la identificación de los constituyentes del tejido, se elimina primero la materia no fibrosa mediante un pretratamiento adecuado y, a continuación, se separan las fibras a mano, se secan y se pesan para calcular la proporción de cada fibra en la mezcla.

### **II.3. INSTRUMENTAL**

II.3.1. Frasco de pesadas o cualquier otro instrumento que ofrezca los mismos resultados.

II.3.2. Desecador que contenga gel de sílice con indicador.

II.3.3. Estufa ventilada para secar las muestras de análisis a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

II.3.4. Balanza analítica, con precisión de 0,0002 g.

II.3.5. Extractor Soxhlet u otro aparato que permita alcanzar los mismos resultados.

II.3.6. Aguja.

II.3.7. Torsiómetro o un instrumento similar.

### **II.4. REACTIVOS**

II.4.1. Éter de petróleo redestilado con punto de ebullición entre  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

II.4.2. Agua destilada o desionizada.

II.4.3. Acetona.

II.4.4. Ácido ortofosfórico.

II.4.5. Urea.

II.4.6. Bicarbonato de sodio.

Todos los reactivos utilizados deberán ser químicamente puros.

### **II.5. ATMÓSFERA DE ACONDICIONAMIENTO Y DE ENSAYO**

Véase el punto I.4.

## **II.6. MUESTRA REDUCIDA DE LABORATORIO**

Véase el punto I.5.

## **II.7. PRETRATAMIENTO DE LA MUESTRA REDUCIDA DE LABORATORIO**

Véase el punto I.6.

## **II.8. PROCEDIMIENTO**

### **II.8.1. Análisis de un hilo**

Tomar una muestra de análisis de una masa no inferior a 1 g de la muestra reducida de laboratorio pretratada. Si el hilo es muy fino, el análisis podrá realizarse con un largo mínimo de 30 m, independientemente de su masa.

Cortar el hilo en porciones de una longitud adecuada y separar los distintos tipos de fibras con la ayuda de una aguja y, si es necesario, de un torsiómetro. Introducir los tipos de fibras así obtenidos en frascos de pesadas tarados y secar a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  hasta obtener una masa constante, según se indica en los puntos I.7.1 y I.7.2.

### **II.8.2. Análisis de un tejido**

Tomar de la muestra reducida de laboratorio pretratada una muestra de análisis de una masa no inferior a 1 g, que no sea de la orilla, con los bordes cuidadosamente cortados, para evitar hilachas, en paralelo a los hilos de urdimbre o de trama o, en caso de tejidos de punto, en paralelo a las hileras y a los hilos de los puntos. Separar los distintos tipos de fibras, introducirlos en los frascos de pesadas previamente tarados y proceder como se indica en el punto II.8.1.

## **CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Expresar la masa de cada constituyente fibroso en porcentaje de la masa total de las fibras presentes en la mezcla. Calcular los resultados sobre la base de la masa seca depurada, ajustada por: a) los porcentajes convencionales, y b) los factores de corrección necesarios para tener en cuenta la pérdida de materia durante el pretratamiento.

## **III.1. PRECISIÓN DE LOS MÉTODOS**

La precisión indicada en cada método se relaciona con la reproducibilidad.

La reproducibilidad alude a la fiabilidad, es decir, a la concordancia entre los valores experimentales obtenidos por operadores en distintos laboratorios o en distintos momentos utilizando el mismo método y alcanzando resultados individuales a partir de especímenes de una mezcla de idéntica consistencia.

La reproducibilidad se expresa mediante los límites de confianza de los resultados para un nivel de confianza del 95 %.

Por tanto, si el método se aplicase correctamente y en condiciones normales a una mezcla de idéntica consistencia, la diferencia entre dos resultados en una serie de análisis efectuados en diferentes laboratorios solo rebasaría el límite de confianza en cinco de cada cien casos.

## **III.2. INFORME DEL ENSAYO**

III.2.1. Indicar que el análisis se ha efectuado conforme al presente método.

III.2.2. Aportar información detallada referente a cualquier pretratamiento especial (véase el punto I.6).

III.2.3. Indicar los resultados individuales y la media aritmética, en ambos casos con una precisión de 0,1.

**METODOS CONTEMPLADOS:**

1.

**Acetato**, Otras fibras determinadas,  
acetona

2.

**Determinadas fibras proteínicas**

Otras fibras determinadas

Hipoclorito

3.

**Viscosa, cupro o determinados tipos de modal**

Otras fibras determinadas

Ácido fórmico y cloruro de cinc

4.

**Poliamida o nailon**

Otras fibras determinadas

Ácido fórmico, 80 % m/m

5.

**Acetato**

Otras fibras determinadas

Alcohol bencílico

6.

**Triacetato o polilactida**

Otras fibras determinadas

Diclorometano

7.

**Determinadas fibras celulósicas**

Otras fibras determinadas

Ácido sulfúrico, 75 % m/m

8.

**Acrílicos, determinados modacrílicos o determinadas clorofibras**

Otras fibras determinadas

Dimetilformamida

9.

**Determinadas clorofibras**

Otras fibras determinadas

Disulfuro de carbono/acetona, 55,5/44,5 % v/v

10.

**Acetato**

Otras fibras determinadas

Ácido acético glacial

11.

**Seda**

Otras fibras determinadas

Ácido sulfúrico, 75 % m/m

12.

**Yute**

Determinadas fibras de origen animal

Método de determinación del contenido en nitrógeno

13.

**Polipropileno**

Otras fibras determinadas

Xileno

14.

**Otras fibras determinadas**

**Clorofibras (homopolímeros de cloruro de vinilo), elastolefina o melamina**

Ácido sulfúrico concentrado

15.

**Clorofibras, determinados modacrílicos y elastanos, acetatos, triacetatos**

Otras fibras determinadas

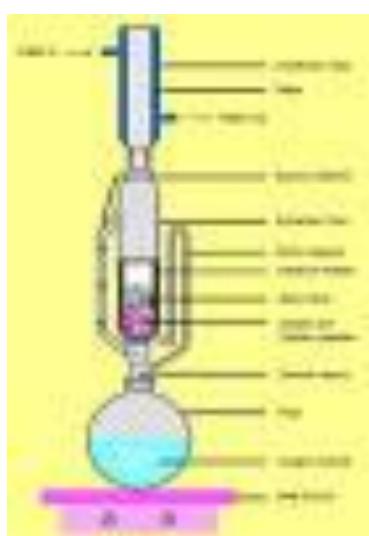
Ciclohexanona

16.

**Melamina**

Algodón o aramida

Ácido fórmico a temperatura elevada, 90 % m/m



## **MÉTODO Nº 1**

### **ACETATO Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método de la acetona)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. acetato (19) con
2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4), algodón (5), lino (7), cáñamo (8), yute (9), abacá (10), esparto (11), coco (12), retama (13), ramio (14), sisal (15), cupro (21), modal (22), proteínica (23), viscosa (25), acrílico (26), poliamida o nailon (30), poliéster (35), elastomultiéster (45), elastolefina (46) y melamina (47).

Este método no se aplicará en ningún caso a las fibras de acetato que hayan sido desacetilizadas en superficie.

##### **2. PRINCIPIO**

El acetato se disuelve con acetona a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de acetato seco se obtiene por diferencia.

##### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (además de los especificados en las instrucciones generales)**

###### **3.1. Instrumental**

Matraces Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provistos de tapón esmerilado.

###### **3.2. Reactivo**

Acetona.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado, añadir 100 ml de acetona por gramo de muestra de análisis, agitar el matraz, dejar reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente, agitando de vez en cuando, y decantar, a continuación, el líquido a través del crisol filtrante tarado.

Repetir este tratamiento dos veces más (realizando en total tres extracciones), pero solo durante períodos de 15 minutos cada vez, de manera que el tiempo total del tratamiento con acetona sea de una hora. Trasladar el residuo al crisol filtrante. Lavar el residuo con acetona en el crisol filtrante y dejar escurrir con succión. Llenar de nuevo el crisol filtrante de acetona y dejar que escurra por gravedad.

Por último, dejar escurrir el crisol con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

##### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la melamina, para la cual «d» = 1,01.

## 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%

## MÉTODO Nº 2

### DETERMINADAS FIBRAS PROTEÍNICAS Y OTRAS FIBRAS

#### (Método del hipoclorito)

##### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. determinadas fibras proteínicas, a saber: lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4) y proteínica (23)

con

2. algodón (5), cupro (21), modal (22), viscosa (25), acrílico (26), clorofibras (27), poliamida o nailon (30), poliéster (35), polipropileno (37), elastano (43), fibra de vidrio (44), elastomultiéster (45), elastolefina (46) y melamina (47).

Si en la mezcla existen distintas fibras proteínicas, el método permite determinar la cantidad total pero no su porcentaje individual.

##### 2. PRINCIPIO

La fibra proteínica se disuelve en una solución de hipoclorito a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de fibra proteínica seca se obtiene por diferencia.

Para preparar la solución de hipoclorito puede utilizarse hipoclorito de litio o hipoclorito de sodio.

Se recomienda utilizar hipoclorito de litio en los casos en los que solo sea necesario realizar un número reducido de análisis o en aquellos en los que los intervalos de tiempo entre análisis sean largos. Esto obedece a que el porcentaje de hipoclorito en el hipoclorito de litio sólido es prácticamente constante, al contrario de lo que ocurre con el hipoclorito de sodio. Si se conoce el porcentaje de hipoclorito, no será necesario verificarlo por iodometría para cada análisis, ya que se puede emplear una porción pesada constante de hipoclorito de litio.

##### 3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

###### 3.1. Instrumental

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad de 250 ml, provisto de tapón de vidrio esmerilado.

- b) Termostato regulable a  $20 \pm 2$  °C.

###### 3.2. Reactivos

- a) Reactivo a base de hipoclorito
- i) Solución de hipoclorito de litio

Se trata de una solución que debe prepararse poco antes de utilizarse y que contiene  $35 \pm 2$  g/l de cloro activo (aproximadamente 1 M) al que se añade hidróxido de sodio previamente disuelto a razón de  $5 \pm 0,5$  g/l. Para preparar la solución, disolver 100 g de hipoclorito de litio con un contenido en cloro activo del 35 % (o 115 g con un contenido en cloro activo del 30 %) en aproximadamente 700 ml de agua destilada, añadir 5 g de hidróxido de sodio disuelto en aproximadamente 200 ml de agua destilada y enrasar a 1 litro con agua destilada. Como la solución se prepara poco antes de utilizarse, no es necesario verificarla mediante iodometría.

ii) Solución de hipoclorito de sodio

Se trata de una solución que debe prepararse poco antes de utilizarse y que contiene  $35 \pm 2$  g/l de cloro activo de (aproximadamente 1 M) al que se añade hidróxido de sodio previamente disuelto a razón de  $5 \pm 0,5$  g/l.

Verificar mediante iodometría antes de cada análisis la concentración en cloro activo de la solución.

b) Ácido acético diluido

Diluir 5 ml de ácido acético glacial enrasando a 1 litro con agua.

4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación. Mezclar aproximadamente 1 g de la muestra de análisis con aproximadamente 100 ml de la solución de hipoclorito (hipoclorito de litio o de sodio) en el matraz de 250 ml y agitar bien para impregnar la muestra de análisis.

A continuación, calentar el matraz en un termostato a 20 °C durante 40 minutos, agitándolo continuamente o, al menos, a intervalos regulares. Dado que el proceso de disolución de la lana es exotérmico, el calor de reacción que se produce con este método debe repartirse y eliminarse a fin de evitar importantes errores provocados por la disolución incipiente de las fibras no solubles.

Transcurridos los 40 minutos, filtrar el contenido del matraz a través de un crisol filtrante tarado y transvasar las fibras residuales que hubieran podido quedar en el crisol filtrante enjuagando el matraz con un poco de reactivo de hipoclorito. Dejar escurrir el crisol filtrante con succión y lavar el residuo sucesivamente con agua, con ácido acético diluido y, por último, con agua, dejando escurrir el crisol filtrante con succión después de cada lavado. No aplicar succión hasta que cada una de las soluciones de lavado haya escurrido por gravedad.

Finalmente, dejar escurrir el crisol filtrante con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto para el algodón, la viscosa, el modal y la melamina, para los cuales «d» = 1,01, y para el algodón crudo, para el cual «d» = 1,03.

6. PRECISIÓN

En mezclas homogéneas de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%.

## **MÉTODO Nº3**

### **VISCOSA, CUPRO O DETERMINADOS TIPOS DE MODAL Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método del ácido fórmico y del cloruro de cinc)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. viscosa (25) o cupro (21), incluidos determinados tipos de fibra modal (22)

con

2. algodón (5), elastolefina (46) y melamina (47).

Si se detecta la presencia de fibra modal en la mezcla, se efectuará un ensayo preliminar para comprobar si esta fibra es soluble en el reactivo.

Este método no es aplicable a las mezclas en las que el algodón haya sufrido una degradación química excesiva, ni cuando la viscosa o el cupro se hayan vuelto parcialmente insolubles por la presencia de determinados colorantes o aprestos que no puedan eliminarse completamente.

##### **2. PRINCIPIO**

La fibra de viscosa, cupro o modal se disuelve, a partir de una masa seca conocida de la mezcla, con un reactivo compuesto por ácido fórmico y cloruro de cinc. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, una vez corregida, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de fibra seca de viscosa, cupro o modal se obtiene por diferencia.

##### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)**

###### **3.1. Instrumental**

a) Matraces Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provistos de tapón esmerilado.

b) Aparato que permita mantener los matraces a  $40 \pm 2$  °C.

###### **3.2. Reactivos**

a) Solución compuesta por 20 g de cloruro de cinc anhidro fundido y 68 g de ácido fórmico anhidro llevado a 100 g con agua (es decir, 20 partes en masa de cloruro de cinc anhidro fundido y 80 partes en masa de ácido fórmico al 85 % m/m).

Nota:

A este respecto, se recuerda el punto I.3.2.2, que establece que todos los reactivos utilizados deberán ser químicamente puros; además, debe utilizarse únicamente cloruro de cinc anhidro fundido.

b) Solución de hidróxido de amonio: diluir 20 ml de una solución concentrada de amoniaco (densidad relativa a 20 °C: 0,880) en agua y enrasar a 1 litro.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación. Introducir inmediatamente la muestra de análisis en el matraz previamente calentado a 40 °C. Añadir 100 ml de solución de ácido fórmico y cloruro de cinc, previamente calentada a 40 °C, por g de muestra de análisis.

Tapar el matraz y agitar enérgicamente. Mantener el matraz y su contenido a una temperatura constante de 40 °C durante dos horas y media, agitándolo a intervalos de una hora.

Filtrar el contenido del matraz a través del crisol filtrante tarado y, con la ayuda del reactivo, pasar al crisol las fibras que pudieran haber quedado en el matraz. Enjuagar con 20 ml de reactivo previamente calentado a 40 °C.

Lavar a fondo el crisol y el residuo con agua a 40 °C. Aclarar el residuo fibroso con 100 ml aproximadamente de solución de amoniaco fría [punto 3.2, letra b)], asegurándose que este residuo permanezca totalmente sumergido en la solución durante 10 minutos (1); aclarar después a fondo con agua fría.

No aplicar succión hasta que cada una de las soluciones de lavado haya escurrido por gravedad.

Eliminar finalmente el líquido restante con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

## 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,02 para el algodón, 1,01 para la melamina y 1,00 para la elastolefina.

## 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a ± 2 para un nivel de confianza del 95%.

## MÉTODO Nº 4

### POLIAMIDA O NAILON Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS

#### (Método del ácido fórmico al 80 % m/m)

##### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. poliamida o nailon (30)

con

2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), algodón (5), cupro (21), modal (22), viscosa (25), acrílico (26), clorofibra (27), poliéster (35), polipropileno (37), fibra de vidrio (44), elastomultiéster (45), elastolefina (46) y melamina (47).

Como se acaba de indicar, este método es también aplicable a las mezclas que contengan lana, pero cuando la proporción de esta última supere el 25 %, se aplicará el método n o 2 (disolución de la lana en una solución de hipoclorito de sodio alcalino o de hipoclorito de litio).

##### 2. PRINCIPIO

La fibra de poliamida o de nailon se disuelve con ácido fórmico a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de poliamida seca o nailon seco se obtiene por diferencia.

### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS** (distintos de los especificados en las instrucciones generales).

(1) Para asegurar que el residuo fibroso permanece sumergido, en la solución de amoniaco se puede, por ejemplo, adaptar a la placa filtrante un alargador con grifo que permita regular el paso del amoniaco.

#### **3.1. Instrumental**

Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.

#### **3.2. Reactivos**

a) Ácido fórmico (80 % m/m, densidad relativa a 20 °C: 1,186). Diluir 880 ml de ácido fórmico al 90 % m/m (densidad relativa a 20 °C: 1,204) en agua y enrasar a 1 litro. Alternativamente, diluir 780 ml de ácido fórmico al 98-100 % m/m (densidad relativa a 20 °C: 1,220 g/ml) en agua y enrasar a 1 litro.

La concentración no es crítica en el rango comprendido entre 77 y 83 % m/m de ácido fórmico.

b) Amoniaco, solución diluida: diluir 80 ml de solución de amoniaco concentrada (densidad relativa a 20 °C: 0,880 g/ml) en agua y enrasar a 1 litro.

### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación. Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml y añadir 100 ml de ácido fórmico por gramo de muestra de análisis. Tapar y agitar para impregnar el espécimen. Dejar reposar durante 15 minutos a temperatura ambiente, agitando de vez en cuando. Filtrar el contenido del matraz a través del crisol filtrante tarado y trasladar a este las posibles fibras residuales lavando el matraz con un poco del reactivo ácido fórmico.

Dejar escurrir el crisol con succión y lavar el residuo sobre el crisol, sucesivamente con ácido fórmico, agua caliente, solución de amoniaco diluida y, por último, con agua fría, dejando escurrir el crisol con succión después de cada lavado. No aplicar succión hasta que cada una de las soluciones de lavado haya escurrido por gravedad.

Por último, dejar escurrir el crisol con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la melamina, para la cual «d» = 1,01.

### **6. PRECISIÓN**

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%.

## **MÉTODO Nº 5**

### **ACETATO Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método del alcohol bencílico)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. acetato (19) con
2. triacetato (24), elastolefina (46) y melamina (47).

##### **2. PRINCIPIO**

Las fibras de acetato se disuelven, a partir de una masa seca conocida de la mezcla, con alcohol bencílico a  $52\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de acetato seco se obtiene por diferencia.

##### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)**

###### **3.1. Instrumental**

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.
- b) Agitador mecánico.
- c) Termostato o cualquier otro instrumento que permita mantener el matraz a la temperatura de  $52\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

###### **3.2. Reactivos**

- a) Alcohol bencílico.
- b) Etanol.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en el matraz Erlenmeyer y añadir 100 ml de alcohol bencílico por gramo de muestra de análisis. Tapar, ajustar el matraz al agitador de forma que quede sumergido en el baño de agua, mantener a  $52\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y agitar durante 20 minutos a esta temperatura.

(En lugar de utilizar un agitador mecánico, el matraz también puede agitarse energicamente a mano).

Decantar el líquido en el crisol filtrante tarado. Añadir al matraz una nueva dosis de alcohol bencílico y agitar de nuevo a  $52\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 20 minutos.

Decantar el líquido en el crisol filtrante tarado. Repetir el ciclo de operaciones una tercera vez.

Por último, verter el líquido y el residuo en el crisol, lavar las fibras que hayan quedado en el matraz con una cantidad suplementaria de alcohol bencílico a  $52\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y trasladarlas al crisol. Dejar que el crisol escurra por completo.

Trasladar las fibras a un matraz, enjuagar con etanol y, tras agitar manualmente, decantar en el crisol filtrante.

Repetir esta operación de enjuague dos o tres veces. Trasladar el residuo al crisol y dejar que escurra bien. Secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

#### 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la melamina, para la cual «d» = 1,01.

#### 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95 %.

### MÉTODO Nº 6

#### TRIACETATOS O POLILACTIDA Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS

(Método del diclorometano)

#### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. triacetato (24) o polilactida (34) **con**

2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4), algodón (5), cupro (21), modal (22), viscosa (25), acrílico (26), poliamida o nailon (30), poliéster (35), fibra de vidrio (44), elastomultiéster (45), elastolefina (46) y melamina (47).

Nota: Las fibras de triacetato parcialmente saponificadas por un apresto especial dejan de ser completamente solubles en el reactivo. En este caso, no es aplicable este método.

#### 2. PRINCIPIO

Las fibras de triacetato o polilactida se disuelven con diclorometano a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de triacetato o polilactida seco se obtiene por diferencia.

#### 3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

##### 3.1. Instrumental

Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.

##### 3.2. Reactivo: Diclorometano.

#### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer de 200 ml, provisto de tapón esmerilado y añadir 100 ml de diclorometano por gramo de muestra de análisis. Tapar, agitar el matraz para impregnar bien la muestra de análisis y dejar reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente, agitando el matraz cada 10 minutos. Decantar el líquido en el crisol filtrante tarado. Añadir 60 ml de diclorometano al matraz que contiene el residuo, agitar manualmente y filtrar el contenido del matraz a través del crisol filtrante. Transvasar las fibras residuales al crisol, lavando el matraz con una pequeña cantidad suplementaria de diclorometano. Dejar escurrir el crisol con succión para eliminar el exceso de líquido, llenarlo de nuevo de diclorometano y dejar que este escurra por gravedad.

Finalmente, aplicar succión para eliminar el exceso de líquido, tratar, a continuación, el residuo con agua hirviendo para eliminar todo el disolvente, aplicar succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

#### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, salvo en el caso del poliéster, del elastomultiéster, de la elastolefina y de la melamina, para los cuales el valor de «d» es 1,01.

#### **6. PRECISIÓN**

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95% %.

### **MÉTODO Nº 7**

#### **DETERMINADAS FIBRAS PROTEÍNICAS Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

##### **(Método del ácido sulfúrico, 75 % m/m)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

algodón (5), lino (7), cáñamo (8), ramio (14), cupro (21), modal (22) y viscosa (25)  
con poliéster (35), elastomultiéster (45) y elastolefina (46).

##### **2. PRINCIPIO**

La fibra celulósica se disuelve con ácido sulfúrico al 75 % m/m a partir de una masa seca conocida de la mezcla. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. La proporción de fibra celulósica seca se obtiene por diferencia.

### 3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

#### 3.1. Instrumental

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 500 ml, provisto de tapón esmerilado.
- b) Termostato o cualquier otro aparato que permita mantener el matraz a una temperatura de  $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.2. Reactivos

- a) Ácido sulfúrico al  $75\% \pm 2\%$  m/m:

Para prepararlo, añadir 700 ml de ácido sulfúrico (densidad relativa a  $20^{\circ}\text{C}$ : 1,84), con cuidado y enfriándolo al mismo tiempo, a 350 ml de agua destilada.

Una vez enfriada la solución a temperatura ambiente, diluir con agua y enrasar a 1 litro.

- b) Amoniaco, solución diluida:

Diluir 80 ml de solución de amoniaco (densidad relativa a  $20^{\circ}\text{C}$ : 0,880 g/ml) en agua y enrasar a 1 litro.

### 4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 500 ml, provisto de tapón esmerilado, añadir 200 ml de ácido sulfúrico al 75 % por gramo de muestra de análisis, tapar y agitar con cuidado para impregnar bien la muestra de análisis.

Mantener el matraz a  $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante una hora, agitando a intervalos regulares de aproximadamente 10 minutos. Filtrar por succión el contenido del matraz a través de un crisol filtrante tarado. Transvasar a este las fibras residuales enjuagando el matraz con un poco de ácido sulfúrico al 75 %. Dejar escurrir el crisol con succión y lavar una vez el residuo que se encuentre en el filtro, llenando el crisol con una nueva porción de ácido sulfúrico. No aplicar succión hasta que el ácido haya escurrido por gravedad.

Lavar el residuo varias veces con agua fría, dos veces con la solución de amoníaco diluido, y otra vez a fondo con agua fría, dejando que el crisol escurra con succión después de cada lavado. No aplicar succión hasta que cada una de las soluciones de lavado haya escurrido por gravedad. Por último, dejar que el líquido restante en el crisol escurra con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

### 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00.

### 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%.

## **MÉTODO Nº 8**

### **ACRÍLICOS, DETERMINADOS MODACRÍLICOS DETERMINADAS CLOROFIBRAS Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método del dimetilformamida)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. acrílicos (26), determinados modacrílicos (29) o determinadas clorofibras (27) ( 1 )

**con**

2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4), algodón (5), cupro (21), modal (22), viscosa (25), poliamida o nailon (30), poliéster (35), elastomultiéster (45), elastolefina (46) y melamina (47).

Es igualmente aplicable a los acrílicos y a determinados modacrílicos tratados con colorantes premetalizados, pero no a los tratados con colorantes cromotrópicos.

##### **2. PRINCIPIO**

El acrílico, modacrílico o clorofibra se disuelve a partir de una masa seca conocida de la mezcla con dimetilformamida calentado al baño María en el punto de ebullición. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa. Su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla, y el porcentaje de acrílico seco, modacrílico seco o clorofibra seca se obtiene por diferencia.

3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

###### **3.1. Instrumental**

a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.

b) Baño María en el punto de ebullición.

###### **3.2. Reactivo**

Dimetilformamida (punto de ebullición a  $153^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) que no contenga más de un 0,1 % de agua.

Este reactivo es tóxico, por lo que se recomienda utilizar una capucha.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado, añadir 80 ml por gramo demuestra de análisis de dimetilformamida precalentado al baño María en ebullición, tapar, agitar el matraz para impregnar la muestra de análisis y calentar al baño María en el punto de ebullición durante una hora. Agitar suavemente a mano el matraz y su contenido cinco veces durante este tiempo.ES 18.10.2011 Diario Oficial de la Unión Europea L 272/37

(1) Antes de proceder al análisis se comprobará la solubilidad de esos modacrílicos o clorofibras en el reactivo.

Decantar el líquido en un crisol filtrante tarado, manteniendo las fibras en el matraz. Añadir al matraz otros 60 ml de dimetilformamida y calentar de nuevo durante 30 minutos, agitando suavemente a mano dos veces durante ese tiempo el matraz y su contenido.

Filtrar el contenido del matraz a través del crisol filtrante por medio de succión.

Transvasar las fibras residuales al crisol filtrante enjuagando el matraz con dimetilformamida. Dejar escurrir el crisol con succión. Lavar el residuo con 1 litro de agua caliente aproximadamente, a 70-80 °C, llenando el crisol cada vez.

Después de cada adición de agua, aplicar succión brevemente, pero solo después de que el agua haya escurrido por gravedad. Si la solución de lavado se filtra por el crisol demasiado despacio, puede aplicarse una ligera succión.

Por último, secar el crisol con el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

## 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, salvo en el caso de la lana, el algodón, el cupro, el modal, el poliéster, el elastomultiéster y la melamina, para los cuales el valor de «d» es 1,01.

## 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a ± 1 para un nivel de confianza del 95%.

## MÉTODO Nº 9

### DETERMINADAS CLOROFIBRAS Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS

(Método de la mezcla de disulfuro de carbono y acetona, 55,5/44,5 % v/v)

#### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. determinadas clorofibras (27), a saber, determinadas fibras de policloruro de vinilo, ya sea clorado o no ( 1 )

con

2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4), algodón (5), cupro (21), modal (22), viscosa (25), acrílico (26), poliamida o nailon (30), poliéster (35), fibra de vidrio (44), elastomultiéster (45) y melamina (47).

Si el contenido de la mezcla en lana o seda sobrepasa el 25 %, se utilizará el método nº 2.

Si el contenido de la mezcla en poliamida o nailon sobrepasa el 25 %, se utilizará el método nº 4.

#### 2. PRINCIPIO

La clorofibra se disuelve a partir de una masa seca conocida de la mezcla con una mezcla azeotrópica de disulfuro de carbono y acetona. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de fibra de policloruro de vinilo seca se obtiene por diferencia.

### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS** (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

#### **3.1. Instrumental**

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.
- b) Agitador mecánico.

#### **3.2. Reactivos**

a) Mezcla azeotrópica de sulfuro de carbono y de acetona (55,5 % de sulfuro de carbono y 44,5 % de acetona en volumen). Como este reactivo es tóxico, se recomienda utilizar una capucha.

b) Alcohol etílico al 92 % en volumen, o alcohol metílico.

### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado, y añadir 100 ml de la mezcla azeotrópica por gramo de muestra de análisis. Tapar el matraz asegurándose de que quede completamente sellado y agitar a temperatura ambiente durante 20 minutos por medio del agitador mecánico o enérgicamente a mano.

(1) Antes de proceder al análisis se comprobará la solubilidad de las fibras de policloruro de vinilo en el reactivo.

Decantar el líquido sobrenadante en el crisol filtrante tarado. Repetir el tratamiento con 100 ml de reactivo nuevo. Continuar este ciclo de operaciones hasta que una gota del líquido de extracción colocada sobre un vidrio de reloj no deje depósito de polímero después de evaporarse. Transvasar el residuo al crisol filtrante utilizando para ello más reactivo, aplicar succión para eliminar el líquido y enjuagar el crisol y el residuo primero con 20 ml de alcohol y, después, otras tres veces con agua. Dejar que la solución de lavado escurra por gravedad antes de filtrar por succión. Secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

Nota:

En determinadas mezclas que tienen un elevado contenido en clorofibra, el espécimen puede encoger considerablemente durante el proceso de secado, a consecuencia de lo cual, el proceso de disolución de la clorofibra por el disolvente se alarga.

Esto no impide, sin embargo, que la clorofibra termine por disolverse.

### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la melamina, para la cual «d» = 1,01.

### **6. PRECISIÓN**

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos con este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95 %.

## **MÉTODO Nº 10**

### **ACETATO Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método del ácido acético glacial)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

acetato (19) con determinadas clorofibras (27), a saber, las fibras de policloruro de vinilo, ya sea clorado o no, elastolefina (46) y melamina (47).

##### **2. PRINCIPIO**

La fibra de acetato se disuelve a partir de una masa seca conocida de la mezcla con ácido acético glacial. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de acetato seco se obtiene por diferencia.

##### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)**

###### **3.1. Instrumental**

a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.

b) Agitador mecánico.

###### **3.2. Reactivo**

Ácido acético glacial (más del 99 %). Este reactivo deberá manipularse con precaución, ya que es extremadamente cáustico.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado, y añadir 100 ml de ácido acético glacial por gramo de muestra de análisis. Tapar el matraz asegurándose de que quede completamente sellado y agitar a temperatura ambiente durante 20 minutos por medio del agitador mecánico o enérgicamente a mano. Decantar el líquido sobrenadante en el crisol filtrante tarado. Repetir este tratamiento dos veces más con 100 ml de reactivo nuevo cada vez, efectuando así tres extracciones en total.

Transvasar el residuo al crisol filtrante, dejar escurrir con succión para eliminar el líquido y enjuagar el crisol y el residuo con 50 ml de ácido acético glacial y, a continuación, otras tres veces con agua. Después de cada enjuague dejar que la solución se filtre por gravedad antes de aplicar succión. Secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

##### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00.

##### **6. PRECISIÓN**

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos con este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95 %.

## **MÉTODO N º 11**

### **SEDA Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método del ácido sulfúrico, 75 % m/m)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

**Seda (4) con lana (1), pelo de animales (2 y 3), elastolefina (46) y melamina (47).**

##### **2. PRINCIPIO**

La fibra de seda se disuelve a partir de una masa seca conocida de la mezcla con ácido sulfúrico al 75 % m/m (1). El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de seda seca se obtiene por diferencia.

##### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)**

###### **3.1. Instrumental**

Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.

###### **3.2. Reactivos**

###### **a) Ácido sulfúrico al 75 % ± 2 % m/m:**

Para prepararlo, añadir 700 ml de ácido sulfúrico (densidad relativa a 20 °C: 1,84), con cuidado y enfriándolo al mismo tiempo, a 350 ml de agua destilada.

Después de enfriar a temperatura ambiente, diluir la solución con agua llevándola a 1 litro.

**b) Ácido sulfúrico diluido:** añadir lentamente 100 ml de ácido sulfúrico (densidad relativa a 20 °C: 1,84) a 1 900 ml de agua destilada.

**c) Amoniaco, solución diluida:** diluir 200 ml de amoniaco concentrado (densidad relativa a 20 °C: 0,880) con agua llevándolo a 1 litro.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado, añadir 100 ml de ácido sulfúrico al 75 % m/m por gramo de muestra de análisis y tapar. Agitar energicamente y dejar reposar 30 minutos a temperatura ambiente. Agitar de nuevo y dejar reposar otros 30 minutos.

Agitar una última vez y filtrar el contenido del matraz a través del crisol filtrante tarado. Lavar las fibras restantes en el matraz con el reactivo de ácido sulfúrico al 75 %. Lavar el residuo que haya quedado en el crisol sucesivamente con 50 ml del reactivo de ácido sulfúrico diluido, 50 ml de agua y 50 ml de la solución de amoniaco diluido. En cada lavado, dejar que las fibras permanezcan en contacto con la solución durante aproximadamente 10 minutos antes de aplicar succión. Por último, enjuagar con agua dejando las fibras en contacto con el agua durante 30 minutos aproximadamente.

Dejar escurrir el crisol con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

## 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 0,985 para la lana, 1,00 para la elastolefina y 1,01 para la melamina.ES L 272/40 Diario Oficial de la Unión Europea 18.10.2011

(1) Las sedas silvestres, como el *tusor*, no son totalmente solubles en ácido sulfúrico al 75 % m/m.

## 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%.

## MÉTODO Nº 12

### YUTE Y DETERMINADAS FIBRAS DE ORIGEN ANIMAL

(Método por determinación del contenido en nitrógeno)

#### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

Yute (9) con determinadas fibras de origen animal.

El componente de fibra de origen animal puede estar formado únicamente por pelo (2 y 3) o lana (1), o por una mezcla de ambos. Este método no es aplicable a mezclas textiles que contengan materia no fibrosa (colorantes, aprestos, etc.) con base de nitrógeno.

#### 2. PRINCIPIO

Se determina el contenido en nitrógeno de la mezcla y, a partir de este dato y del contenido en nitrógeno conocido o supuesto de los dos componentes, se calcula la proporción de cada uno de los componentes.

#### 3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

##### 3.1. Instrumental

- a) Matraz de digestión Kjeldahl con capacidad de 200 a 300 ml.
- b) Aparato de destilación Kjeldahl por arrastre de vapor.
- c) Instrumental de valoración por retroceso que permita una precisión de 0,05 ml.

##### 3.2. Reactivos

- a) Tolueno.
- b) Metanol.
- c) Ácido sulfúrico, densidad relativa a 20 °C: 1,84 (1).
- d) Sulfato de potasio (1).
- e) Dióxido de selenio (1).
- f) Solución de hidróxido de sodio (400 g/l). Disolver 400 g de hidróxido de sodio en 400-500 ml de agua y enrasar a 1 litro con agua.
- g) Mezcla de indicadores: disolver 0,1 g de rojo de metilo en 95 ml de etanol y 5 ml de agua, y mezclar esta solución con 0,5 g de verde de bromocresol disuelto en 475 ml de etanol y 25 ml de agua.

h) Solución de ácido bórico: disolver 20 g de ácido bórico en 1 litro de agua.

i) Ácido sulfúrico 0,02 N (solución volumétrica patrón).

#### 4. PRETRATAMIENTO DE LA MUESTRA DE ENSAYO

El pretratamiento especificado en las instrucciones generales se sustituye por el pretratamiento que se expone a continuación.

En un aparato Soxhlet, extraer la muestra reducida de laboratorio secada al aire con una mezcla de un volumen de tolueno y tres volúmenes de metanol durante cuatro horas, a una velocidad mínima de 5 ciclos por hora. Dejar que el disolvente se evapore de la muestra al aire y eliminar los últimos restos de este en una estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . A continuación, extraer la muestra en agua (50 ml/g de muestra), llevándola a ebullición por reflujo durante 30 minutos. Filtrar, reintroducir la muestra en el matraz y repetir la extracción con un volumen idéntico de agua. Filtrar, eliminar el exceso de agua de la muestra, por estrujamiento, succión o centrifugación y, a continuación, dejar que la muestra se seque al aire.

Nota:

Se deben tener en cuenta los efectos tóxicos del tolueno y el metanol; durante su utilización se adoptarán todas las precauciones necesarias.

(1) Estos reactivos carecerán de nitrógeno.

#### 5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

##### 5.1. Instrucciones generales

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales por lo que respecta a la selección, el secado y la pesada de la muestra de análisis.

##### 5.2. Procedimiento detallado

Introducir la muestra de análisis en un matraz de digestión Kjeldahl. Añadir a la muestra de análisis —que debe pesar al menos 1 g—, respetando el orden siguiente, 2,5 g de sulfato de potasio, 0,1 a 0,2 g de dióxido de selenio y 10 ml de ácido sulfúrico (densidad relativa a  $20^{\circ}\text{C}$ : 1,84). Calentar el matraz, primero lentamente hasta la destrucción total de la fibra y, a continuación, a fuego más fuerte, hasta que la solución se vuelva clara y prácticamente incolora. Continuar calentando durante 15 minutos. Dejar enfriar el matraz, diluir con cuidado su contenido con 10-20 ml de agua, enfriar, transvasar el contenido cuantitativamente a un matraz aforado de 200 ml y enrasar con agua para obtener la solución de digestión. Introducir alrededor de 20 ml de solución de ácido bórico en un matraz Erlenmeyer de 100 ml y situar este último bajo el condensador del aparato de destilación Kjeldahl de manera que el tubo de salida quede sumergido justo por debajo de la superficie de la solución de ácido bórico. Transvasar exactamente 10 ml de la solución de digestión al matraz de destilación, añadir un mínimo de 5 ml de solución de hidróxido de sodio en el embudo, levantar ligeramente el tapón y dejar que la solución de hidróxido de sodio caiga lentamente en el matraz. Si la solución de digestión y la solución de hidróxido de sodio se mantienen en dos capas separadas, mezclarlas agitando suavemente. Calentar lentamente el matraz de destilación y e introducir el vapor del generador. Recoger 20 ml aproximadamente del destilado, bajar el matraz de manera que el extremo del tubo de salida del condensador quede situado unos 20 mm por encima de la superficie del líquido y destilar durante un minuto más.

Enjuagar el extremo del tubo de salida con agua, recogiendo la solución de lavado en el matraz Erlenmeyer.

Retirar el matraz Erlenmeyer y sustituirlo por otro que contenga aproximadamente unos 10 ml de solución de ácido bórico y, a continuación, recoger aproximadamente 10 ml del destilado.

Valorar separadamente ambos destilados con ácido sulfúrico 0,02 N utilizando la mezcla de indicadores. Anotar la valoración total de ambos destilados. Si la valoración del segundo destilado fuese superior a 0,2 ml, repetir el ensayo y comenzar de nuevo la destilación utilizando una nueva parte alícuota de la solución de digestión.

Efectuar una determinación en blanco, sometiendo únicamente los reactivos a la digestión y la destilación.

## 6. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. Calcular el porcentaje de nitrógeno contenido en el espécimen seco del modo siguiente:

$$A\% = 28(V - b)N / W$$

Donde:

A = porcentaje de nitrógeno en el espécimen seco depurado,

V = volumen total en ml del ácido sulfúrico patrón utilizado para la determinación,

b = volumen total en ml del ácido sulfúrico patrón utilizado para la determinación en blanco,

N = normalidad del ácido sulfúrico patrón,

W = masa seca (g) del espécimen.

6.2. Aplicando valores del 0,22 % para el contenido en nitrógeno del yute, y del 16,2 % para el contenido en nitrógeno de la fibra de origen animal (ambos porcentajes expresados a partir de la masa seca de la fibra), calcular la composición de la mezcla como sigue:

$$PA\% = 100 \cdot (A - 0,22) / (16,2 - 0,22)$$

Donde:

PA% = porcentaje de fibra de origen animal en la muestra de análisis seco depurado.

## 7. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%.

## **MÉTODO Nº 13**

### **FIBRAS DE POLIPROPILENO Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

#### **(Método del xileno)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. fibras de polipropileno (37)

con

2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4), algodón (5), acetato (19), cupro (21), modal (22), triacetato (24), viscosa (25), acrílico (26), poliamida o nailon (30), poliéster (35), fibra de vidrio (44), elastomultiéster (45) y melamina (47).

##### **2. PRINCIPIO**

La fibra de polipropileno se disuelve a partir de una masa conocida seca de la mezcla con xileno en ebullición. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de polipropileno se obtiene por diferencia.

##### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)**

###### **3.1. Instrumental**

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.
- b) Condensador de reflujo (apto para líquidos con punto de ebullición elevado), adecuado para el matraz Erlenmeyer [de la letra a)].
- c) Funda calefactora en el punto de ebullición del xileno.

###### **3.2. Reactivo**

Xileno que destile entre 137 °C y 142 °C.

Nota:

El xileno es muy inflamable y produce vapores tóxicos. Al utilizarla deben tomarse medidas de protección adecuadas.

##### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder después como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en el matraz Erlenmeyer [punto 3.1, letra a)] y añadir 100 ml de xileno (punto 3.2) por gramo de muestra de análisis. Poner el condensador [punto 3.1, letra b)], llevar el contenido a ebullición y mantener en el punto de ebullición durante 3 minutos.

Decantar inmediatamente el líquido caliente en el crisol filtrante tarado (véase la nota 1). Repetir esta operación dos veces más, utilizando en cada una de ellas una nueva porción de 50 ml de disolvente.

Lavar el residuo que quede en el matraz sucesivamente con 30 ml de xileno hirviendo (dos veces) y, a continuación, con 75 ml de éter de petróleo (dos veces) (punto I.3.2.1 de las instrucciones generales). Tras el segundo lavado con éter de petróleo, filtrar el contenido del matraz a través del crisol, transvasar las fibras residuales al crisol con ayuda de una pequeña cantidad de éter de petróleo y dejar que el disolvente se evapore. Secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

Notas:

1. El crisol filtrante en el que se decanta el xileno debe calentarse previamente.
2. Después del tratamiento con xileno hirviendo es necesario cerciorarse de que el matraz que contiene el residuo se ha enfriado lo suficiente antes de introducir en él el éter de petróleo.
3. A fin de reducir el peligro de incendio y los posibles efectos tóxicos para el operador, puede utilizarse un aparato de extracción en caliente, siempre que se sigan los procedimientos adecuados y que dicho aparato ofrezca los mismos resultados (1).

#### 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la melamina, para la cual «d» = 1,01.

#### 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95 %.

(1) Véase, por ejemplo, el aparato descrito en Melliand Textilberichte 56 (1975), pp. 643-645.

### MÉTODO Nº 14

#### DETERMINADAS FIBRAS Y CLOROFIBRAS (HOMOPOLÍMEROS DE CLORURO DE VINILO), ELASTOLEFINA O MELAMINA

##### (Método del ácido sulfúrico concentrado)

###### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. algodón (5), acetato (19), cupro (21), modal (22), triacetato (24), viscosa (25), determinados acrílicos (26), determinados modacrílicos (29), poliamida o nailon (30), poliéster (35) y elastomultiéster (45)

con

2. clorofibras (27), a base de homopolímeros de cloruro de vinilo, ya sean clorados o no, elastolefina (46) y melamina (47).

Los modacrílicos a los que se hace referencia son los que presentan una solución limpia al sumergirlos en ácido sulfúrico concentrado (densidad relativa a 20 °C = 1,84).

Este método puede utilizarse en lugar de los métodos n o 8 y n o 9.

###### 2. PRINCIPIO

El constituyente distinto a la clorofibra, la elastofina o la melamina (es decir, las fibras mencionadas en el punto 1.1) se disuelve con ácido sulfúrico concentrado (densidad relativa a 20 °C: 1,84).

El residuo, consistente en la clorofibra, la elastolefina o la melamina, se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de los segundos constituyentes se obtiene por diferencia.

### 3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

#### 3.1. Instrumental

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.
- b) Varilla de vidrio de extremo plano.

#### 3.2. Reactivos

- a) Ácido sulfúrico concentrado (densidad relativa a 20 °C: 1,84).
- b) Ácido sulfúrico, aproximadamente al 50 % (m/m), solución acuosa.

Para prepararla, añadir 400 ml de ácido sulfúrico (densidad relativa a 20 °C: 1,84), con cuidado y enfriándolo al mismo tiempo, a 500 ml de agua destilada o desionizada. Una vez enfriada a temperatura ambiente, diluir la solución con agua llevándola a 1 litro.

- c) Amoniaco, solución diluida.

Diluir 60 ml de solución de amoniaco concentrado (densidad relativa a 20 °C: 0,880) con agua destilada llevándola a 1 litro.

### 4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder después como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en el matraz [punto 3.1, letra a)] y añadir 100 ml de ácido sulfúrico [punto 3.2, letra a)] por gramo de muestra de análisis.

Dejar reposar el contenido del matraz 10 minutos a temperatura ambiente, agitando de vez en cuando el espécimen con ayuda de la varilla de vidrio. Si se trata de una tela o de un tejido de punto, con ayuda de la varilla de vidrio, empujarlo contra la pared del matraz y ejercer una ligera presión para separar el material disuelto por el ácido sulfúrico.

Decantar el líquido en el crisol filtrante tarado. Añadir al frasco otros 100 ml de ácido sulfúrico [punto 3.2, letra a)] y repetir la misma operación. Verter el contenido del frasco en la placa y transferir a ella el residuo fibroso con ayuda de la varilla de vidrio. Si fuera necesario, verter en el matraz un poco de ácido sulfúrico concentrado [punto 3.2, letra a)] para arrastrar las fibras que hubieran podido quedar adheridas a las paredes. Dejar escurrir el crisol filtrante con succión; sacar el filtrado vaciando el matraz o cambiando el matraz filtrante, lavar el residuo en el crisol sucesivamente con solución de ácido sulfúrico al 50 % [punto 3.2, letra b)], agua destilada o desionizada (punto I.3.2.3 de las instrucciones generales), solución de amoniaco [punto 3.2, letra c)] y finalmente a fondo con agua destilada o desionizada, dejando escurrir el crisol con succión después de cada lavado (no aplicar succión durante las operaciones de lavado, sino una vez que el líquido haya escurrido por gravedad). Secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

### 5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la melamina, para la cual «d» = 1,01.

### 6. PRECISIÓN

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95%.

## MÉTODO Nº 15

**CLOROFIBRAS, DETERMINADOS MODACRÍLICOS, DETERMINADOS ELASTANOS,  
ACETATOS, TRIACETATOS Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

**(Método de la ciclohexanona)**

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. acetato (19), triacetato (24), clorofibra (27), determinados modacrílicos (29) y determinados elastanos (43)

con

2. lana (1), pelo de animales (2 y 3), seda (4), algodón (5), cupro (21), modal (22), viscosa (25), poliamida o nailon (30), acrílico (26), fibra de vidrio (44) y melamina (47).

Cuando la mezcla incluya modacrílicos o elastanos, debe llevarse a cabo un ensayo preliminar para determinar si la fibra es completamente soluble en el reactivo.

Las mezclas que contengan clorofibras pueden analizarse también utilizando los métodos n o 9 o n o 14.

### 2. PRINCIPIO

Las fibras de acetato y triacetato, las clorofibras, determinados modacrílicos y determinados elastanos se disuelven a partir de un masa seca conocida con ciclohexanona a una temperatura próxima al punto de ebullición. El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de clorofibra, modacrílico, elastano, acetato y triacetato se obtiene por diferencia.

### 3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)

#### 3.1. Instrumental

a) Aparato para la extracción en caliente adecuado para seguir el procedimiento de ensayo especificado en el punto 4 [véase la figura: se trata de una variante del aparato descrito en Melland Textilberichte 56 (1975), pp. 643- 645].

b) Placa filtrante en la que se colocará la muestra de análisis.

c) Placa porosa (grado de porosidad 1).

d) Condensador de reflujo que pueda adaptarse al matraz de destilación.

e) Estufa.

#### 3.2. Reactivos

a) Ciclohexanona, punto de ebullición 156 °C.

b) Alcohol etílico, al 50 % por volumen.

Nota:

***La ciclohexanona es inflamable y tóxica; al utilizarla deben tomarse medidas de protección adecuadas.***

#### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder después como se indica a continuación.

Verter en el matraz de destilación 100 ml de ciclohexanona por gramo de material, insertar el recipiente de extracción en el que se habrán colocado previamente el crisol filtrante con la muestra de análisis y la placa porosa, que se mantendrá ligeramente inclinada. Introducir el condensador de reflujo. Llevar a ebullición y continuar la extracción durante 60 minutos a una velocidad mínima de 12 ciclos por hora.

Después de la extracción y del enfriamiento, retirar el recipiente de extracción, sacar el crisol filtrante y retirar la placa porosa. Lavar tres o cuatro veces el contenido del crisol filtrante con alcohol etílico al 50 % precalentado a unos 60 °C y después con 1 litro de agua a 60 °C.

No aplicar succión durante las operaciones de lavado ni entre cada uno de los lavados. Dejar que el líquido escurra por gravedad y, a continuación, aplicar succión.

Por último, secar el crisol con el residuo y enfriarlos y pesarlos.

#### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,00, excepto en el caso de la seda y la melamina, para los cuales «d» = 1,01, y el acrílico, para el cual «d» = 0,98.

#### **6. PRECISIÓN**

En mezclas homogéneas de materias textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos mediante este método no son superiores a  $\pm 1$  para un nivel de confianza del 95 %.

Figura mencionada en el punto 3.1, letra a), del método nº 15

### **MÉTODO Nº 16**

#### **MELAMINA Y OTRAS FIBRAS DETERMINADAS**

##### **(Método del ácido fórmico caliente)**

##### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este método es aplicable, una vez eliminada la materia no fibrosa, a las mezclas binarias de fibras de:

1. melamina (47)

con

2. algodón (5) y aramida (31).

##### **2. PRINCIPIO**

La melamina se disuelve a partir de una masa seca conocida de la mezcla con ácido fórmico caliente (90 % m/m).

El residuo se recoge, se lava, se seca y se pesa, y su masa, corregida si fuese necesario, se expresa en porcentaje de la masa seca de la mezcla. El porcentaje de los segundos constituyentes se obtiene por diferencia.

Nota:

Respetar estrictamente el rango de temperaturas recomendado, ya que la solubilidad de la melamina depende en gran medida de la temperatura.

### **3. INSTRUMENTAL Y REACTIVOS (distintos de los especificados en las instrucciones generales)**

#### **3.1. Instrumental**

- a) Matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado.
- b) Baño de agua con agitación u otro aparato que agite y mantenga el matraz a una temperatura de  $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **3.2. Reactivos**

- a) Ácido fórmico (90 % m/m, densidad relativa a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ : 1,204). Llevar 890 ml de ácido fórmico al 98-100 % m/m (densidad relativa a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ : 1,220) a 1 litro con agua.

El ácido fórmico caliente es sumamente corrosivo y debe manipularse con cuidado.

- b) Amoniaco, solución diluida: llevar 80 ml de solución de amoniaco concentrado (densidad relativa a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ : 0,880) a 1 litro con agua.

### **4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Seguir el procedimiento especificado en las instrucciones generales y proceder después como se indica a continuación.

Introducir la muestra de análisis en un matraz Erlenmeyer con capacidad mínima de 200 ml, provisto de tapón esmerilado, y añadir 100 ml de ácido fórmico por gramo de muestra de análisis. Tapar y agitar el matraz para impregnar la muestra de análisis. Mantener el matraz en un baño de agua con agitación a  $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante una hora, agitándolo enérgicamente. Dejar enfriar el matraz a temperatura ambiente. Decantar el líquido en el crisol filtrante tarado. Añadir 50 ml de ácido fórmico al matraz que contiene el residuo, agitar manualmente y filtrar el contenido del matraz a través del crisol filtrante. Transvasar las fibras residuales al crisol lavando el matraz con una pequeña cantidad adicional del reactivo ácido fórmico. Dejar escurrir el crisol con succión y lavar el residuo con el reactivo ácido fórmico, agua caliente, solución de amoniaco diluido y, por último, con agua fría, dejando escurrir el crisol con succión después de cada lavado. No aplicar succión hasta que cada una de las soluciones de lavado haya escurrido por gravedad. Por último, dejar escurrir el crisol con succión, secar el crisol y el residuo, y enfriarlos y pesarlos.

### **5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Calcular los resultados según lo indicado en las instrucciones generales. El valor de «d» es 1,02.

### **6. PRECISIÓN**

En una mezcla homogénea de materiales textiles, los límites de confianza de los resultados obtenidos por medio de este método no son superiores a  $\pm 2$  para un nivel de confianza del 95%.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS MEZCLAS TERNARIAS DE FIBRAS.

#### INTRODUCCIÓN.

En general, los métodos de análisis químico cuantitativo se basan en la disolución selectiva de los componentes individuales. Existen cuatro posibles variantes de este método:

1. Seleccionar dos muestras de análisis diferentes y disolver uno de los componentes (a) a partir de la primera muestra de análisis y el otro (b), a partir de la segunda muestra de análisis. Pesar los residuos insolubles de cada espécimen y calcular el porcentaje de cada uno de los dos componentes solubles a partir de las respectivas pérdidas de masa. El porcentaje del tercer componente (c) se calcula por diferencia.
2. Seleccionar dos muestras de análisis diferentes y disolver un componente (a) a partir de la primera muestra de análisis y dos componentes (a y b) a partir de la segunda muestra de análisis. Pesar el residuo insoluble de la primera muestra de análisis y calcular el porcentaje del componente (a) a partir de la pérdida de masa. Pesar el residuo insoluble de la segunda muestra de análisis, que corresponderá al componente (c). El porcentaje del tercer componente (b) se calcula por diferencia.
3. Seleccionar dos muestras de análisis diferentes y disolver dos componentes (a y b) a partir de la primera muestra de análisis y dos componentes (b y c) a partir del segundo. Los residuos insolubles corresponden respectivamente a los componentes (c) y (a). El porcentaje del tercer componente (b) se calcula por diferencia.
4. Seleccionar únicamente una muestra de análisis y, tras eliminar uno de los componentes, pesar el residuo insoluble formado por las otras dos fibras y calcular el porcentaje del componente soluble a partir de la pérdida de masa. Disolver una de las dos fibras del residuo, pesar el componente insoluble y calcular el porcentaje del segundo componente soluble a partir de la pérdida de masa.

Si se puede elegir, se recomienda utilizar una de las tres primeras variantes.

Cuando se utilice el análisis químico, el experto responsable del análisis debe tener cuidado de seleccionar métodos en los que se utilicen disolventes que solo disuelvan la fibra o fibras pertinentes, dejando la otra o las otras intactas.

A modo de ejemplo, en la sección V figura un cuadro que incluye un número determinado de mezclas ternarias de fibras, así como métodos de análisis de mezclas binarias de fibras que, en principio, pueden utilizarse para analizar estas mezclas ternarias de fibras.

Para reducir al mínimo la posibilidad de error, se recomienda efectuar el análisis químico aplicando al menos dos de las cuatro variantes indicadas anteriormente, siempre que sea posible.

Antes de proceder a cualquier análisis, deben identificarse las fibras presentes en la mezcla. En algunos métodos químicos, el componente insoluble de una mezcla puede disolverse parcialmente en el reactivo utilizado para disolver el componente o componentes solubles. En la medida de lo posible, se han seleccionado reactivos que tienen un efecto escaso o nulo en las fibras insolubles. Si se sabe que durante el análisis se produce una pérdida de masa, deberá corregirse el resultado, para lo cual se facilitan factores de corrección.

Estos factores se han determinado en diferentes laboratorios tratando las fibras depuradas mediante pretratamiento con el reactivo apropiado especificado en el método de análisis. Estos factores de corrección solo son aplicables a fibras no degradadas, por lo que, si las fibras se han degradado antes o durante su procesamiento, pueden ser necesarios otros factores de corrección. Si fuese necesario emplear la cuarta variante, en la cual una fibra textil se somete a la acción sucesiva de dos disolventes diferentes, deberán aplicarse factores de corrección que tengan en cuenta las posibles pérdidas de masa sufridas por la fibra en el transcurso de los dos tratamientos. Se efectuarán al menos dos determinaciones, tanto en el caso de separación manual como en el de separación química.

## I. Información general sobre los métodos de análisis químico cuantitativo de mezclas ternarias de fibras

Información común a los métodos facilitados para el análisis químico cuantitativo de mezclas ternarias de fibras.

### I.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

En el ámbito de aplicación de cada método de análisis de mezclas binarias de fibras se indican las fibras a las que es aplicable el método (véase el capítulo 2, relativo a métodos de análisis cuantitativo de determinadas mezclas

### I.2. PRINCIPIO

Una vez identificados los componentes de una mezcla, se elimina la materia no fibrosa por medio de un pretratamiento adecuado y, a continuación, se aplica una o varias de las cuatro variantes del proceso de disolución selectiva especificadas en la introducción. Siempre que esto no plantee dificultades técnicas, es preferible disolver el principal componente fibroso a fin de obtener como residuo final el componente fibroso secundario.

### I.3. MATERIAL Y EQUIPO

#### I.3.1. Instrumental

I.3.1.1. Crisoles filtrantes y frascos de pesadas lo suficientemente grandes como para contener los crisoles, o cualquier otro instrumental que ofrezca los mismos resultados.

I.3.1.2. Matraz de vacío.

I.3.1.3. Desecador que contenga gel de sílice con indicador.

I.3.1.4. Estufa ventilada para secar las muestras de análisis a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

I.3.1.5. Balanza analítica, con precisión de 0,0002 g.

I.3.1.6. Extractor Soxhlet u otro aparato que permita alcanzar los mismos resultados.

#### I.3.2. Reactivos

I.3.2.1. Éter de petróleo redestilado, rango de ebullición: 40  $^{\circ}\text{C}$  a 60  $^{\circ}\text{C}$ .

I.3.2.2. Los demás reactivos se especifican en las secciones correspondientes de cada método.

I.3.2.3. Agua destilada o desionizada.

I.3.2.4. Acetona.

I.3.2.5. Ácido ortofosfórico.

I.3.2.6. Urea.

I.3.2.7. Bicarbonato de sodio.

Todos los reactivos utilizados deberán ser químicamente puros.

#### I.4. ATMÓSFERA DE ACONDICIONAMIENTO Y DE ENSAYO

Como lo que se determina es la masa en seco, no será necesario acondicionar la muestra de análisis ni efectuar los análisis en una atmósfera acondicionada.

#### I.5. MUESTRA REDUCIDA DE LABORATORIO

Tomar una muestra reducida de laboratorio que sea representativa de la muestra global para laboratorio y suficiente para contener todas las muestras de análisis —cada una de ellas de 1 g como mínimo— requeridas.

#### I.6. PRETRATAMIENTO DE LA MUESTRA REDUCIDA DE LABORATORIO (1)

Si se detecta la presencia de una sustancia que no debe tenerse en cuenta en el cálculo de los porcentajes (véase el artículo 19), se comenzará por eliminarla mediante un método adecuado que no afecte a ninguno de los constituyentes fibrosos.

Para ello, se elimina la materia no fibrosa que se pueda extraer con éter de petróleo y agua tratando la muestra reducida de laboratorio en un extractor Soxhlet con éter de petróleo durante una hora a una velocidad mínima de seis ciclos por hora. Dejar que el éter de petróleo se evapore de la muestra reducida de laboratorio y extraerlo, a continuación, por tratamiento directo, sumergiendo la muestra reducida de laboratorio en agua durante una hora a temperatura ambiente, y volviendo a sumergirlo en agua a  $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante otra hora, agitando la solución de vez en cuando. La proporción solución-muestra reducida de laboratorio será de 100:1. Eliminar el exceso de agua de la muestra reducida de laboratorio por estrujamiento, succión o centrifugación y dejar secar la muestra reducida de laboratorio al aire.

En el caso de la elastolefina o de mezclas de fibras que contengan elastolefina y otras fibras (lana, pelo de animales, seda, algodón, lino, cáñamo, yute, abacá, esparto, coco, retama, ramio, sisal, cupro, modal, proteínica, viscosa, acrílico, poliamida o nailon, poliéster y elastomultiéster), el procedimiento antes descrito se modificará ligeramente sustituyendo el éter de petróleo por acetona.

Si la materia no fibrosa no pudiera extraerse con éter de petróleo y agua, se eliminará sustituyendo el método del agua descrito anteriormente por un método adecuado que no altere sustancialmente ninguno de los constituyentes fibrosos. Cabe señalar que, en el caso de determinadas fibras vegetales naturales crudas (yute o coco, por ejemplo), el pretratamiento normal con éter de petróleo y agua no elimina todas las sustancias no fibrosas naturales. A pesar de ello, no se aplicará ningún pretratamiento complementario a menos que la muestra contenga aprestos no solubles tanto en el éter de petróleo como en el agua.

En los informes del análisis se describirán detalladamente los métodos de pretratamiento utilizados.

#### I.7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

##### I.7.1. Instrucciones generales

###### I.7.1.1. Secado

Todas las operaciones de secado deberán efectuarse en un tiempo no inferior a 4 horas ni superior a 16 horas, a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  en una estufa ventilada cuya puerta permanezca cerrada en todo momento. Si el tiempo de secado es inferior a 14 horas, deberá pesarse el espécimen para determinar si su masa es constante. Se considerará que la masa es constante, cuando su variación, después de un nuevo secado de 60 minutos, sea a inferior a 0,05 %.

Durante las operaciones de secado, enfriamiento y pesada, se debe evitar manipular con las manos desnudas los crisoles filtrantes y los frascos de pesadas, así como las muestras de análisis o los residuos.

Secar las muestras de análisis en un frasco de pesadas con su tapa al lado. Después del secado, tapar el frasco de pesadas antes de sacarlo de la estufa y trasladarlo rápidamente al desecador.

Secar en la estufa el crisol filtrante dentro de un frasco de pesadas con su tapa al lado. Después del secado, tapar el frasco de pesadas y trasladarlo rápidamente al desecador.

Si se utiliza un aparato distinto al crisol filtrante, las operaciones de secado se llevarán a cabo en la estufa, de forma que pueda determinarse la masa seca de las fibras sin pérdida.

#### I.7.1.2. Enfriamiento

Efectuar todas las operaciones de enfriamiento en el desecador, que se habrá colocado junto a la balanza, durante el tiempo suficiente para que los frascos de pesadas se enfríen totalmente, y en cualquier caso, durante 2 horas como mínimo.

#### I.7.1.3. Pesada

Una vez enfriados, sacar los frascos de pesadas del desecador y pesarlos en los dos minutos siguientes. Pesar con una precisión de 0,0002 g.

#### I.7.2. Procedimiento

Tomar de la muestra reducida de laboratorio pretratada una muestra de análisis de al menos 1 g (en masa). Cortar el hilo o el tejido en porciones de 10 mm de largo aproximadamente y disgregarlas lo mejor posible. Secar la muestra de análisis en un frasco de pesadas, enfriarlo en el desecador y pesarlo. Transvasar la muestra de análisis al recipiente de vidrio especificado en la sección correspondiente del método de la Unión, volver a pesar el frasco de pesadas inmediatamente después y calcular la masa seca de la muestra de análisis por diferencia. Completar el ensayo según se especifica en la sección correspondiente del método aplicable. Examinar el residuo al microscopio a fin de verificar que el tratamiento haya eliminado completamente la fibra o fibras solubles.

### I.8. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Expresar la masa de cada componente en porcentaje de la masa total de fibra presente en la mezcla. Calcular los resultados sobre la base de la masa seca pura, ajustada mediante: a) los porcentajes convencionales, y b) los factores de corrección necesarios para tener en cuenta la pérdida de materia no fibrosa durante el pretratamiento y el análisis.

#### I.8.1. Cálculo de los porcentajes de masa de fibras secas depuradas sin tener en cuenta la pérdida de masa

**Porcentajes convencionales de humedad utilizados para calcular la masa de las fibras contenidas en un producto textil.**

Fibras	Porcentajes
<b>Lana y pelos animales</b>	
Fibras peinadas	18,25
Fibras cardadas	17,00
<b>Seda común</b>	11,00
<b>Algodón</b>	
Fibras sin tratar	8,50
Fibras Mercerizadas	10,50
<b>Lino</b>	12,00
<b>Cáñamo</b>	12,00
<b>Ramio (fibra blanqueada)</b>	8,50
<b>Acetato</b>	9,00
<b>Cupro</b>	13,00
<b>Modal</b>	13,00
<b>Triacetato</b>	7,00
<b>Viscosa</b>	13,00
<b>Acrílico</b>	2,00
<b>Modacrílico</b>	2,00
<b>Poliamida o nailon</b>	
Fibra discontinua	6,25
Filamento	5,75
<b>Poliéster</b>	1,50
<b>Polietileno</b>	1,50
<b>Polipropileno</b>	2,00
<b>Poliuretano</b>	
Fibra discontinua	3,50
filamento	3,00
<b>Elastano</b>	1,50

### 13. CORDELERÍA INDUSTRIAL. LAS CUERDAS, CABOS, SOGAS.



Las cuerdas son ligamentos formados por hilos de fibras, vegetales ó sintéticas, retorcidos o trenzados de una forma determinada.

Para formar las cuerdas, primero se agrupan y tuercen los hilos de la fibra elegida, formando ligamentos de pequeño diámetro que se denominan cordones. Después se toma un número determinado de cordones y se forman las cuerdas, retorciéndolos en sentido opuesto a su propia torsión (cuerdas redondas), o trenzados (cuerdas trenzadas ó trenzas).

En España, las cuerdas más empleadas son las redondas formadas generalmente por tres, cuatro o siete cordones. Si las cuerdas son de cuatro cordones, queda un espacio vacío en el centro, que a veces se rellena con otro cordón de menor diámetro, que se denomina alma.

Figuras cuerda redonda, de tres cordones y cuerda trenzada.

Las cuerdas de diámetros comprendidos entre 25 y 35 mm, se denominan maromas; las de 35 a 40 ó 50 mm se llaman calabrotes y las de diámetros superiores a 50 mm, se conocen como estachas.

Las trenzas están formadas por un número par de cordones trenzados. Son menos rígidas y menos extensibles que las cuerdas redondas, y además no tienden a girar alrededor de su eje en las gargantas de las poleas; pero son más complicadas y caras de fabricar.

Las cuerdas de cáñamo se fabrican siempre con cordones pulidos previamente. Para esto se impregnán con cola y después se someten a un pulido energético con un paño de yute, sisal ó alambre, adquiriendo una apariencia lisa y brillante. Las cuerdas de otras fibras no se pulen.

Si las cuerdas han de estar expuestas a la humedad y corren el riesgo de pudrirse, se impregnán los hilos que las forman, antes de fabricarse, con brea de pino ó productos protectores similares, se emplean cantidades entre el 10 y 15% del peso de la cuerda.

Los materiales más utilizados para la fabricación de cuerdas son el cáñamo común, el cáñamo de Manila ó abacá, el yute, el lino, ramio, etc., entre las sintéticas se utiliza fundamentalmente poliamidas, poliolefinas, poliimidas, etc.

El cáñamo se emplea mucho para la fabricación de cuerdas, por su elevada resistencia a la rotura; pero tiene el inconveniente de que es muy sensible a la humedad prolongada, pues le degrada y disminuye mucho su resistencia mecánica.

El cáñamo de Manila o abacá tiene una calidad sobresaliente que es imputrescible y soporta sin alterarse ni disminuir su resistencia la acción de la humedad y la atmósfera salina del mar, por lo que se ha empleado mucho por las flotas navieras del mundo.

También ocurre un fenómeno similar con el ramio que es imputrescible y mejora su resistencia a la tracción en húmedo.

El sisal es casi tan imputrescible como el cáñamo de Manila. Fue muy usado para la fabricación de pequeñas cuerdas de diámetros inferiores a 8 mm, utilizadas sobretodo en agricultura. El yute es de poco uso, más bien para sacos y arpillerías.

Actualmente las poliamidas y poliolefinas son las fibras más utilizadas en cordelería ya que presentan grandes cualidades como son: una elevada resistencia a la rotura, dos veces mayor que las mejores fibras de cáñamo o abacá, una gran elasticidad, que permite alargamientos hasta el 40%, mientras que las del abacá no son superiores al 10% y una imputrescibilidad casi total, pues es insensible a la acción de las bacterias y la humedad. También resisten muy bien la mayor parte de los productos químicos, entre ellos los productos petrolíferos.

El algodón y el lino se emplean poco en cordelería y solo para la fabricación de cordones de pequeño diámetro de uso doméstico.

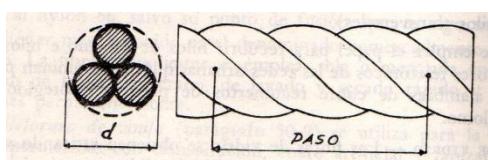
#### ***Características de las cuerdas.***

Las características fundamentales de las cuerdas, además de la clase ó tipo y material de la fibra que las forman, son las siguientes:

**Número de hilos.** La numeración más empleada para los hilos de las cuerdas es la métrica, Nm.

**Sentido de torsión.** Se emplea la misma notación, torsión en S y Z, como en los hilos componentes de los tejidos.

**Paso del cordón.** Es la distancia entre dos espiras consecutivas de un mismo cordón medida paralelamente al eje de la cuerda. Los valores medios de los pasos más empleados son tres veces el diámetro de la cuerda de tres cordones y 2,9 veces el de una cuerda de cuatro cordones.



**Grueso de las cuerdas.** Se valora por el diámetro del círculo circunscrito a su sección expresada en milímetros. La medida se realiza haciendo deslizar un calibre paralelamente a la cuerda en una longitud que comprenda varias espiras y haciendo girar ésta al mismo tiempo en sentido inverso al de la torsión de los ramales. El diámetro debe medirse con una tensión igual al 10% de la carga de rotura.

**Resistencia a la rotura y alargamiento.** Se determina mediante máquina universal de ensayos y siguiendo procedimientos normalizados. La industria naval posee extensa normativa al respecto.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS / Enlaces Web.

- [1] Sánchez-Marín, J.M. y Lasheras Esteban J.M. (1980). *Conocimiento de Materiales*. Ediciones CEDEL. Zaragoza.
- [2] Gacén Guillén, J. (1991). *Fibras Textiles. Propiedades y descripción*. Universidad Politécnica de Cataluña. Tarrasa.
- [3] Hollen, N., Saddler, J. y Langford, A. (1987). *Introducción a los Textiles*. Iowa State University. Ed. LIMUSA. Mexico.
- [4] *Apuntes de materias Textiles*. (1992). EUITI - Textil. Universidad de Salamanca. Bejar.
- [5] *Identificación de Fibras Textiles*. (1992). *The Textile Institute*. Manchester, England Editorial BLUME.
- [6] Martínez de las Marías, P. (1984). *Química y física de las fibras textiles*. Ed. Alhambra, Madrid.
- [7] Villavecchia, V. *Tratado de Química Analítica Aplicada. Cap XIX. Fibras Textiles ,hilados, tejidos*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1964.
- [8] Stoves, J.L. (1957). *FIBRE MICROSCOPY. Its Technique and Application*. London. National Trade Press.
- [9] Galcerán Escobet, V. (1961) *TECNOLOGIA DEL TEJIDO. Tomo II. Análisis de Tejidos y Técnica de su fabricación*. ETS Ing. Industrial Textil. Tarrasa.
- [10] Gacén Guillén, J. (1990) *Fibras Químicas. Polipropileno, ignífugas, termorresistentes y de alto módulo*. Universidad Politécnica de Cataluña. Tarrasa.
- [11] Robertson, James, (1992). *Forensic Examination of Fibers*. Camberra, Australia, Ed. Ellis Horwood.
- [12] Mahall, Karl. (1993). *Quality assessment of Textiles. Damage detection by Microscopy*. Springer-verlag.
- [13] Alonso Felipe, J.V. et al. (1995) *Textile Fibre Identification by Optical Microscopy. European Microscopy and Analysis*. E.T.S. Ingenieros Industriales (UPM).
- [14] Kroschwitz, J.I. (1990) *Polymers, Fibers and textiles. A Compendium*. Ed. Wiley Interscience.
- [15] Kline, Gordon M. *ANALYTICAL CHEMISTRY OF POLYMERS. Identification Procedures and Chemical Analysis*. Vol. XII Part III. *Interscience Publishers*. New York.

- [16] ASTM D276-62T. *Tentative Method for IDENTIFICATION OF FIBERS IN TEXTILES*.
- [17] *A B C de Textil*, CETEX-CALITAX. Instituto Nacional del Consumo. (1980) Madrid.
- [18] <http://www.texsite.info/> Multimedia and internet guide for international textile trade.
- [19] [http://www.tensiontech.com/tools\\_guides/application\\_formulae.html](http://www.tensiontech.com/tools_guides/application_formulae.html) Tension Technology International (TTI) is an independent consulting group specializing in flexible tension member systems.
- [20] <http://www.sdlatlas.com/> Fabricante de equipamiento control calidad textil.
- [21] <http://www.upc.edu/intexter/intexter-1/laboratoris-i-serveis-1/laboratorio-de-tecnologia-textil-quimica-tecnologia-y-control-de-calidadTestigos> tejidos, material solideces, etc.
- [22] <http://www.bastoscia.com/laboratorio.php>, material control calidad textil.
- [23] <http://espana.jarp.eu/lista.php?cat=TEXTILE>, instrumentos para industria textil.
- [24] <http://www.textileinstitute.org/#>, institución textil de gran prestigio en Manchester (Reino Unido).
- [25] <http://www.jba.es/en/category/by-industry/textile/> Equipamiento ensayos.
- [26] Shirley Developments Limited, textile testing Equipment. Reino Unido.
- [27] <http://www.ftc.gov/os/statutes/textile/rr-textl.pdf> regulación de textiles en USA.
- [28] <http://www.manich-ylla.com/Productos.aspx?sc=TEXTIL> maquinaria textil.
- [29] <http://www.educa2.madrid.org/educamadrid/portal-educativo> formación en control calidad textiles.
- [30] *Color Measurement Principles and the textile Industry*. AATCC Workshop. American Association of Textile Chemists and Colorists, (1991) USA .
- [31] Braun, Dietrich. (1990) *Métodos Sencillos de Identificación de Plásticos*. Ed. Hanser, Barcelona.

[32] REGLAMENTO (UE) Nº 1007/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de septiembre de 2011. Relativo a las denominaciones de las fibras textiles y al etiquetado y marcado de la composición en fibras de los productos textiles y por el que se derogan la Directiva 73/44/CEE del Consejo y las Directivas 96/73/CE y 2008/121/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea L272 (18/10/2011).

[33] <http://cool.conservation-us.org/coolaic/jaic/> Reseña artículos diversos sobre conservación y restauración textiles y antigüedades. AIC-JAIC. *American Institute for Conservation.*

[34] <http://www.edym.com/CD-tex/2p/telas/cap09-1.htm> Libro *on line* sobre tecnología textil. **Tecnología de la confección textil.** Características hilos, características telas, ligotecnia, etc.

[35] <http://www.csdmm.upm.es/index.html> **Centro Superior de Diseño de Moda de Madrid.** Adscrito a la Universidad Politécnica de Madrid.

[36] <http://www.tecnitex.es/enlaces.html> Enlaces de interés dentro de la industria textil española e internacional.

[37] <http://www.artigasgrup.com/index.html> Empresa dedicada a suministros para la industria textil, accesorios para tejeduría, control calidad producto acabado.

[38] **MATERIAS PRIMAS PARA EL SECTOR TEXTIL/CONFECCIÓN.** OPCIONES DE FUTURO FEDYT.OBSERVATORIO TEXTIL 2010. Realizado por los centros tecnológicos: AITEX, ASINTEC, CETEMMSA y LEITAT bajo la supervisión de **FEDIT.**

[39] Schneegluth Hermann y Schneegluth Carlos. (2003). **La Microfotografía aplicada a la Industria Textil.** 328 pp. Editado por REVITEXTIL S.L. (*Revista de la Industria Textil*)

[40] <http://es.scribd.com/doc/94929367/Analisis-de-Tejido>

[41] <http://www.redtextilargentina.com.ar>

[42] <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/telas/t-diseno/tejidos-de-punto>

[43] <http://www.gore-tex.es/remote/Satellite/content/tecnologias-de-prendas#!>

[44] <http://www.monografias.com/trabajos44/celulosa-madera/celulosa-madera2.shtml>

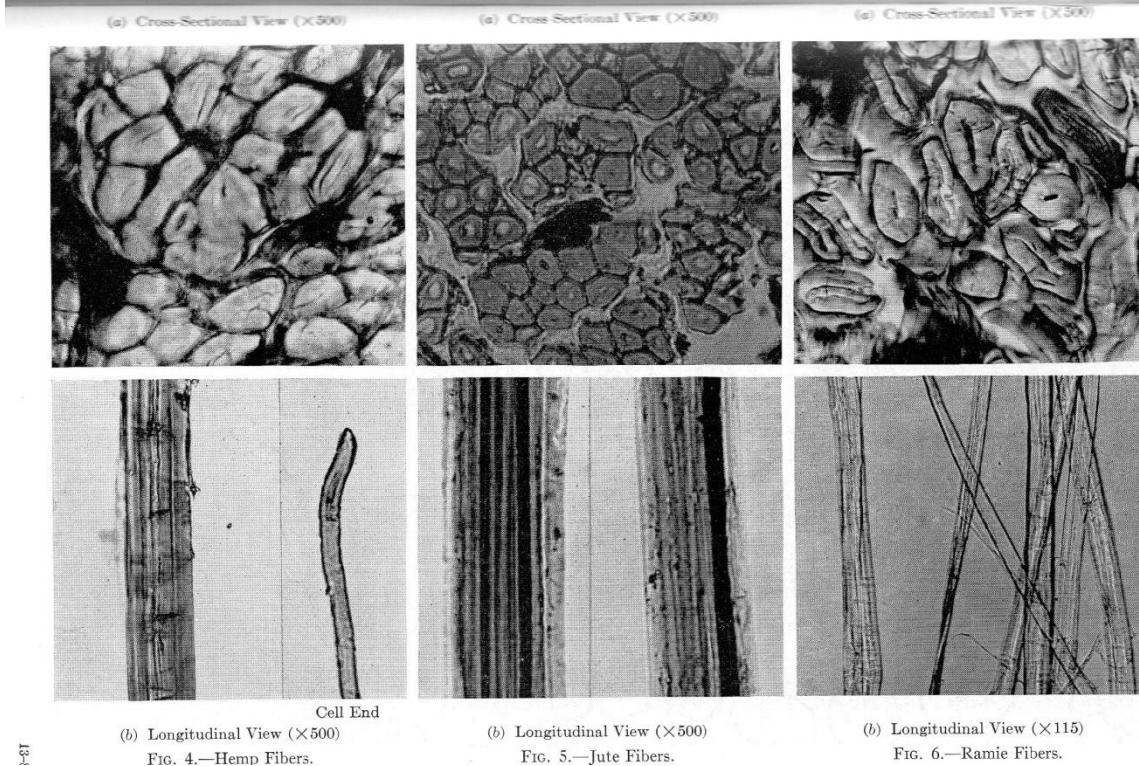
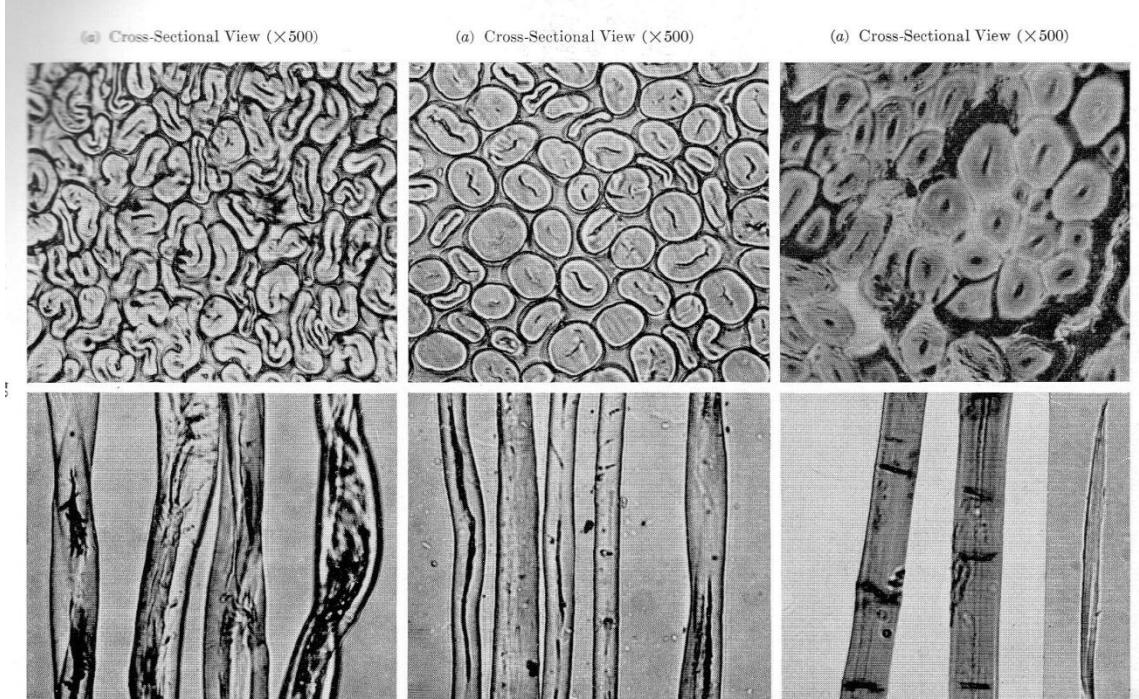
[45] **Chemical testing of textiles.** Edited by Qinguo Fan. **The Textile Institute.** CRC Woodhead Publishing Ltd. (2005).

[46] **Appleyard,** H. M. (Harry Milthorpe) **Guide to the identification of animal fibres** Leeds (U.K.) (1978).

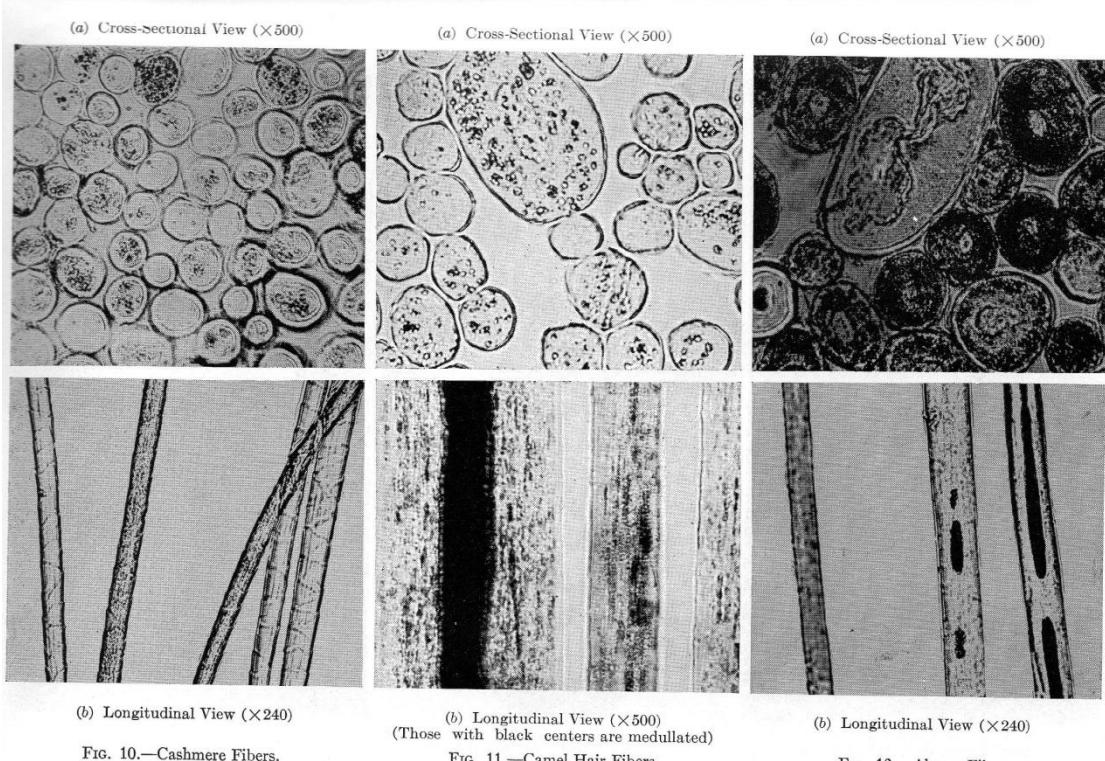
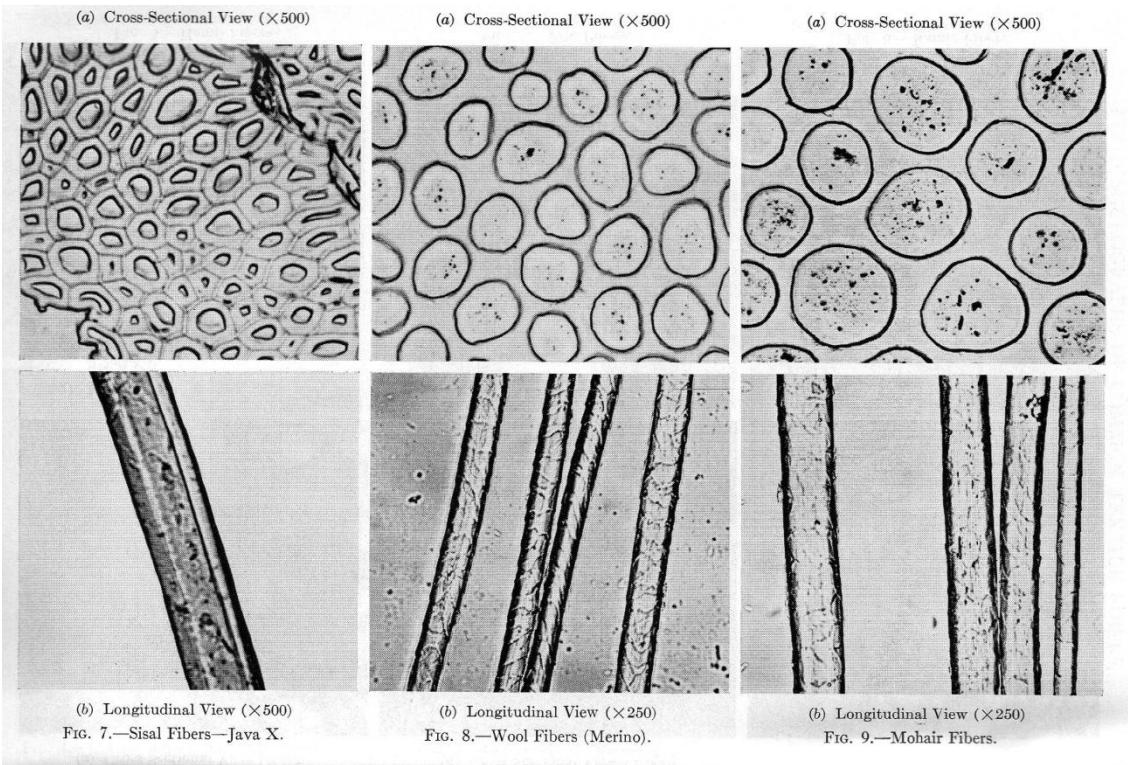


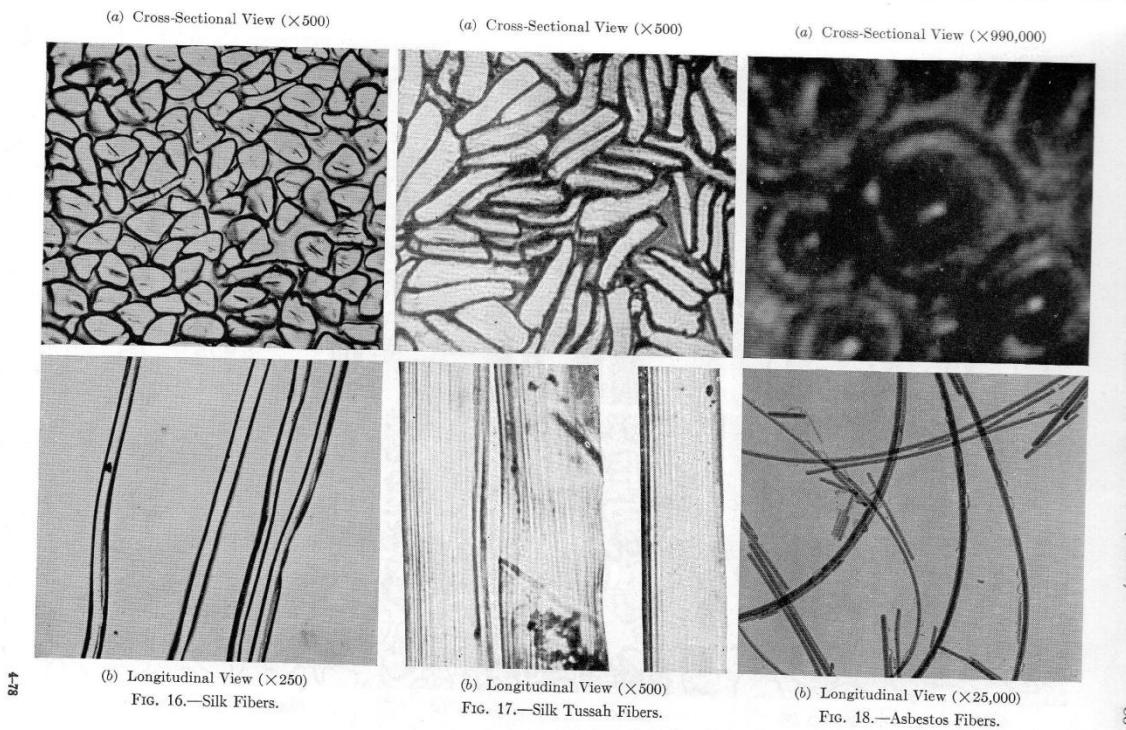
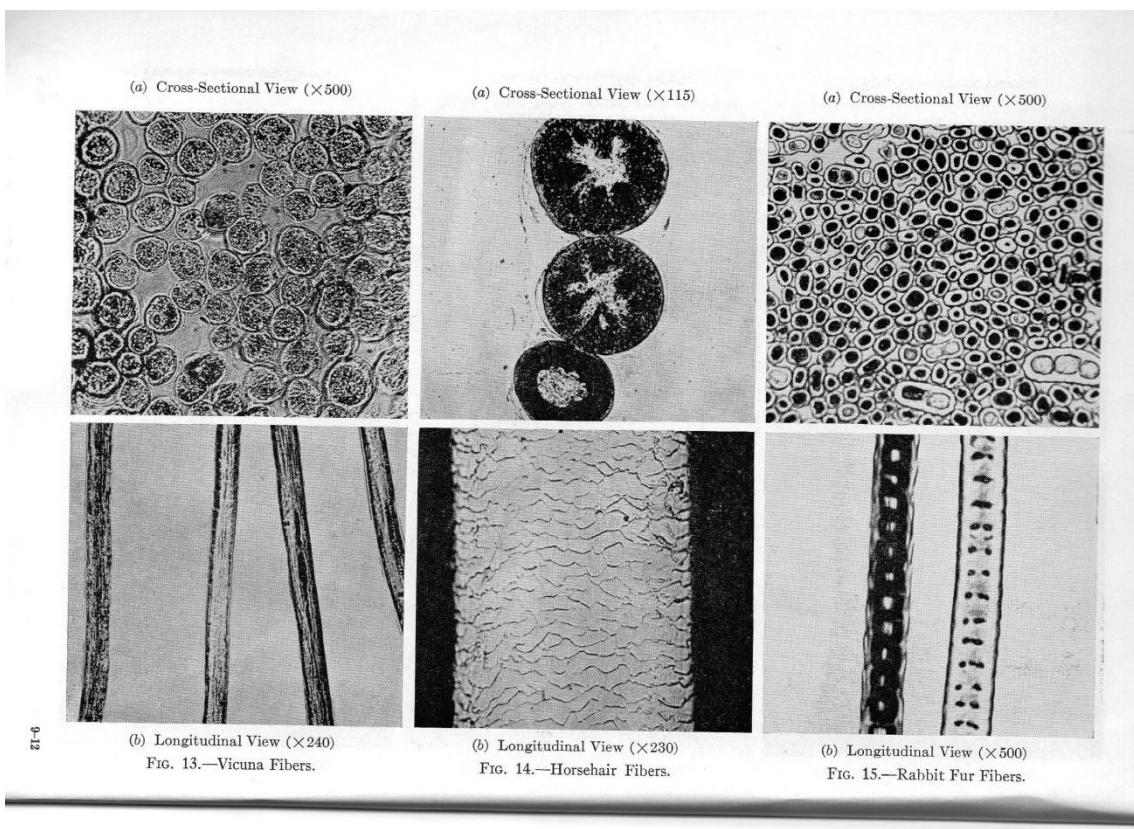
**ANEXO I**  
**MICROFOTOGRAFIAS FIBRAS TEXTILES.**

## Fibras vegetales.



## Fibra vegetal, fibras animales y fibra mineral.





## Fibras artificiales y sintéticas.

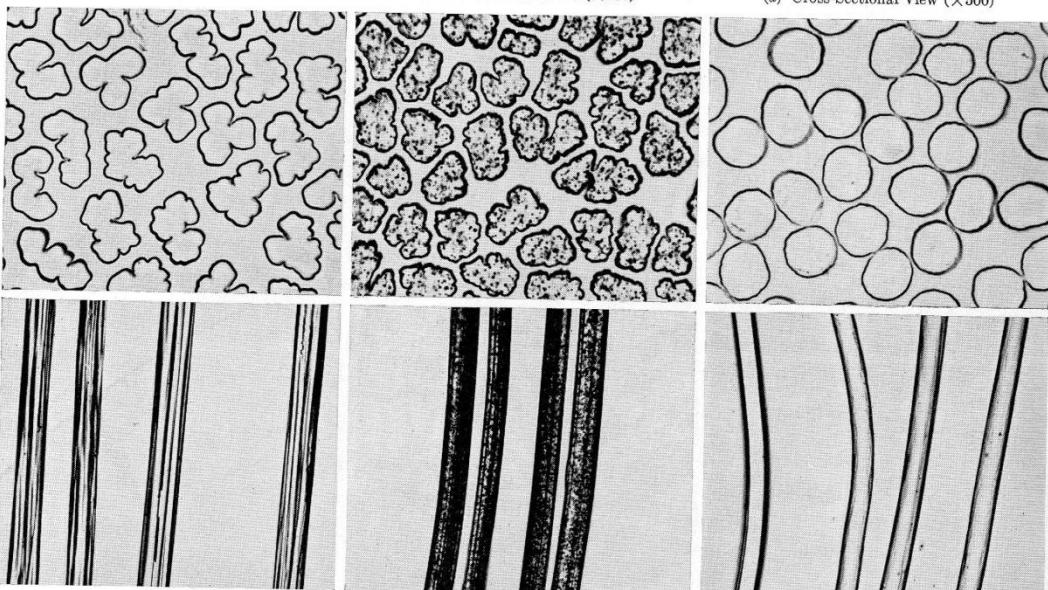


FIG. 19.—Secondary Acetate Fibers, 3.8 Denier (0.42 Tex) per Filament, Bright Luster. Typical of Acele, Estron, Celanese, and Avisco Acetate.

FIG. 20.—Triacetate Fibers, 2.5 Denier (0.28 Tex) per Filament, Dull Luster. Typical of Arnel.

FIG. 21.—Regular Wet Spun Acrylic Fibers, 3.0 Denier (0.33 Tex) per Filament, Semi-Dull Luster. Typical of Regular Acrilan, Creslan, Zefran, and Several Foreign Fibers.

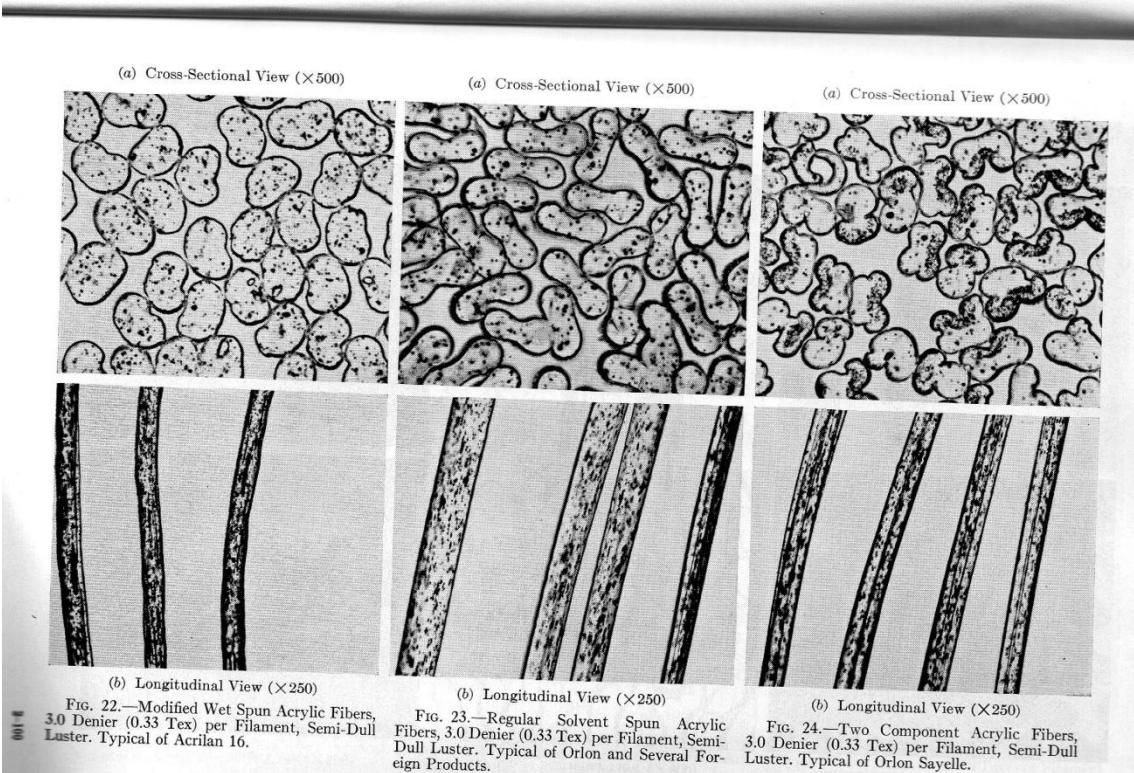


FIG. 22.—Modified Wet Spun Acrylic Fibers, 3.0 Denier (0.33 Tex) per Filament, Semi-Dull Luster. Typical of Acrilan 16.

FIG. 23.—Regular Solvent Spun Acrylic Fibers, 3.0 Denier (0.33 Tex) per Filament, Semi-Dull Luster. Typical of Orlon and Several Foreign Products.

FIG. 24.—Two Component Acrylic Fibers, 3.0 Denier (0.33 Tex) per Filament, Semi-Dull Luster. Typical of Orlon Sayelle.

TABLE I.—CHARACTERISTICS OF FIBERS WITH SCALES ON SURFACE.

NOTE.—The characteristic designated by a capital letter X in this table is that which is especially significant.

Microscopic Appearance	Alpaca	Camel	Cashmere	Horse	Llama	Mohair	Vicuna	Wool <sup>c</sup>
<i>Longitudinal:</i>								
Epidermis:								
Pronounced.....	....	....	X	....	....	....	....	X
Faint.....	x	x	....	x	x	X	x	....
Coronal <sup>a</sup> .....	....	x	x	X	....	....	x	x
Imbricate <sup>b</sup> .....	x	x	....	....	x	x	....	x
Smooth edge.....	....	x	x	x	....	x	x	....
Serrated edge.....	X	....	....	x	X	....	....	....
<i>Medulla:</i>								
Occurrence:								
Usually present....	x	....	....	x	X	....	....	....
Seldom present....	....	x	....	....	....	x	x	x
Never present....	....	....	X	....	....	....	....	....
Type:								
Fragmental.....	x	x	....	....	x	....	x	x
Interrupted.....	x	....	....	....	x	x	x	x
Continuous.....	x	....	....	x	x	x	....	....
Size (ratio to fiber diameter):								
Under $\frac{1}{4}$ .....	....	....	....	....	....	x	x	x
$\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$ .....	x	....	....	x	x	x	....	x
Over $\frac{1}{2}$ .....	....	....	....	X	....	....	....	....
Pigment:								
Diffuse.....	....	....	x	....	....	....	....	....
Streaky.....	x	X	x	....	x	....	x	....
Granular.....	....	x	....	x	....	....	....	....
None.....	....	....	....	....	....	X	....	X
<i>Cross-section:</i>								
Contour:								
Round to oval.....	....	x	x	x	....	x	x	x
Oval to elongated....	x	....	....	....	x	....	....	x
Kidney.....	x	....	....	....	x	....	....	....
Medulla contour:								
Round to oval.....	....	....	....	x	....	x	x	x
Oval to elongated....	X	....	....	....	X	....	....	....
Kidney to dumbbell..	X	....	....	....	X	....	....	....
Pigment distribution:								
Uniform.....	x	X	....	....	x	....	x	....
Centric.....	....	....	X	....	....	....	....	....
Eccentric.....	....	....	....	X	....	....	....	....
<i>Fineness (in microns):</i>								
Average.....	26 to 28	18	15 to 16	....	26 to 28	....	13 to 14	....
Range.....	10 to 50	9 to 40	5 to 30	....	10 to 40	10 to 90	6 to 25	10 to 70
Number of scales per 100 microns.....	....	....	6 to 7	....	....	Under 5.5	....	Over 5.5

<sup>a</sup> Coronal means crownlike, and refers to scales in which the visible scale edge completely encircles the fiber.

<sup>b</sup> Imbricate means overlapping, and refers to scales in which the visible scale edges overlap like shingles on a roof and cover only a part of the fiber circumference.

<sup>c</sup> The term wool is used here to represent clothing wool and not carpet wool.

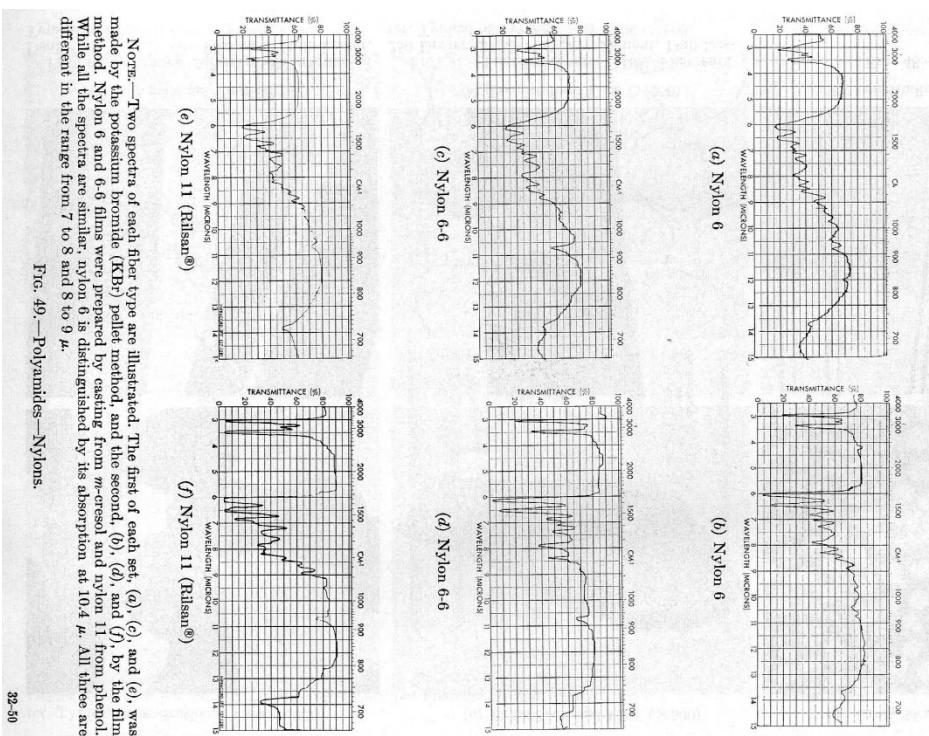
**ANEXO II**

**ESPECTROS INFRARROJO FIBRAS SINTÉTICAS.**

# Espectros infrarrojos fibras sintéticas.

## APPENDIX II INFRARED SPECTRA OF MAN-MADE FIBERS

These spectra have been prepared by a task group consisting of representatives of Beaumont Mills, Inc., the Chemstrand Corp., the Spectroscopy Investigations Cotton Chemical Laboratory of Southern Utilization Research and Development Division of the United States Department of Agriculture, and by the Textile Section of the National Bureau of Standards. The fibers tested were furnished by the manufacturers.



NOTE.—Two spectra of each fiber type are illustrated. The first of each set, (a), (c), and (e), was made by the potassium bromide (KBr) pellet method, and the second, (b), (d), and (f), by the film method. Nylon 6 and 6-6 films were prepared by casting from *m*-cresol and nylon 11 from phenol. While all the spectra are similar, nylon 6 is distinguished by its absorption at 10.4  $\mu$ . All three are different in the range from 7 to 8 and 8 to 9  $\mu$ .

FIG. 49.—Polyamides—Nylons.

32-50

Note.—All spectra in this group were made with KBr pellets except the second Dacron spectrum, (d). All three fibers show strong absorption at 5.8, 8.0, 9.0, and 13.7  $\mu$ . Kodel is distinguishable from Vycron and Dacron in the 6.5- to 7.5- $\mu$  region. The Dacron film was cast from solution in *m*-cresol.

FIG. 50.—Terephthalic Acid Polyesters—Polyester.

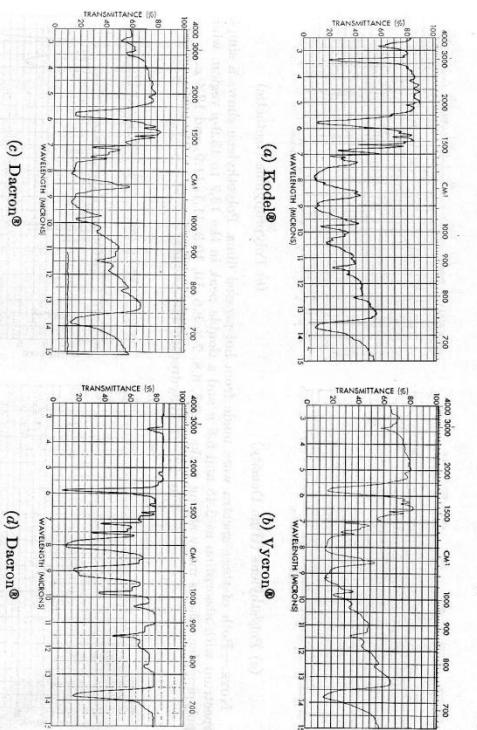
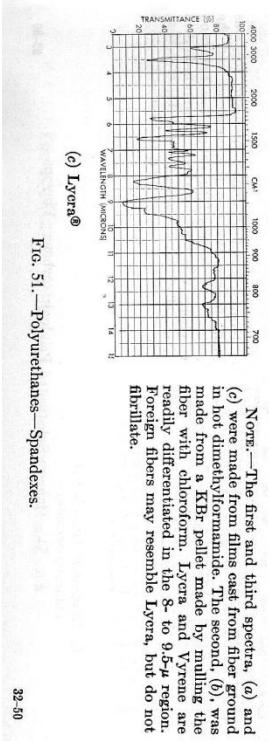


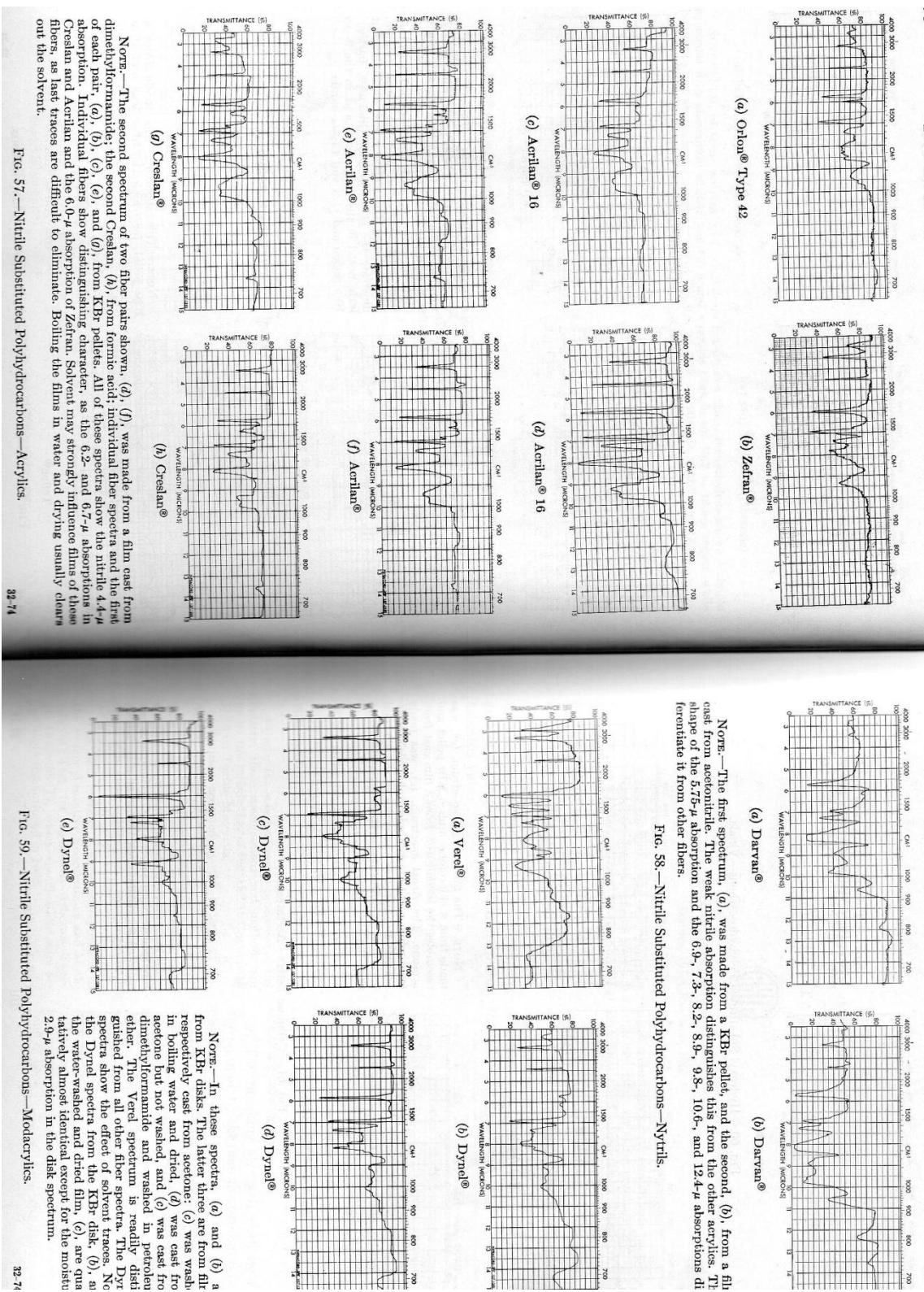
FIG. 50.—Terephthalic Acid Polyesters—Polyester.



Note.—The first and third spectra, (a) and (c) were made from films cast from fiber ground in hot dimethylformamide. The second, (b), was made from a KBr pellet made by milling the fiber with chloroform. Lyra and Vyrene are readily differentiated in the 8- to 9.5- $\mu$  region. Forcien fibers may resemble Lyra, but do not fibrillate.

FIG. 51.—Polyurethanes—Spandexes.

32-50



**FIG. 58.—Nitrile Substituted Polyhydrocarbons—Nyltols.**

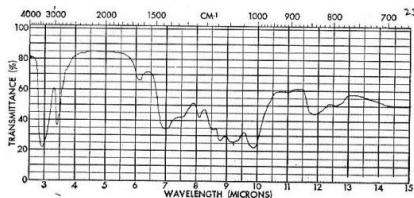
**Note.**—The first spectrum, (a), was made from a KBr pellet, and the second, (b), from a film cast from acetonitrile. The weak nitrile absorption distinguishes this from the other acrylics. The shape of the 5.75- $\mu$  absorption and the 6.9-, 7.3-, 8.2-, 8.9-, 9.8-, 10.6-, and 12.4- $\mu$  absorptions differentiate it from other filters.

Fig. 57.—Nitrile Substituted Polyhydrocarbons—Acrylics.

**Note.**—The second spectrum of two fiber pairs shown, (d), (f), was made from a film cast from dimethylformamide; the second spectrum, (h), from formic acid; individual fiber spectra and the first of each pair, (a), (b), (c), (e), and (g), from KBr pellets. All of these spectra show the nitrile 4.4- $\mu$  absorption. Individual fibers show distinguishing character, as the 6.2- and 6.7- $\mu$  absorptions in Crestan and Aerilan and the 6.0- $\mu$  absorption of Zefran. Solvent may strongly influence films of these fibers, as last traces are difficult to eliminate. Boiling the films in water and drying usually clears out the solvent.

Fig. 59.—Nitrile Substituted Polyhydrocarbons—Acrylics.

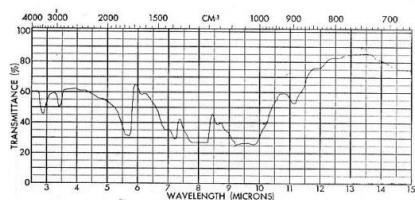
**Note.**—In these spectra, (a) and (b) are from KBr disks. The latter three are from fiber respectively cast from acetone; (c) was washed in boiling water and dried, and (d) was cast from dimethylformamide and washed in petroleum ether. The Verel spectrum is readily distinguished from all other fiber spectra. The Dynel spectra show the effect of solvent traces. No spectra from the KBr disk, (b), as the Dynel spectra from the KBr disk, (c), are qualitatively almost identical except for the moist 2.9- $\mu$  absorption in the disk spectrum.



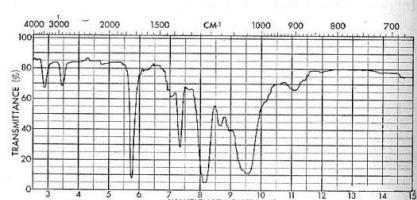
Vinal®

FIG. 60.—Hydroxyl Substituted Polyhydrocarbons—Vinals.

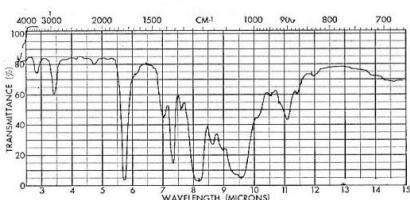
NOTE.—This spectrum was made from a KBr pellet. A similar spectrum can be obtained from a film cast from concentrated hydrochloric acid.



(a) Acetate



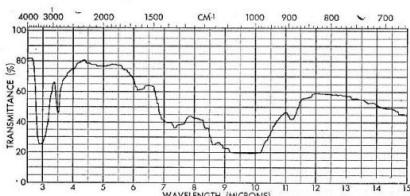
(b) Acetate



(c) Arnel® Triacetate

FIG. 61.—Cellulose Esters—Acetates.

NOTE.—The first acetate spectrum, (a), was made from a chloroform-mulled KBr pellet and resembles the second, (b), from a film cast from acetone. The Arnel spectrum, (c), was made from a film cast from methylene chloride - ethanol (90:10) mixture. The ratios of the 2.9- and 3.4- $\mu$  bands differentiate the two acetates, as does the fiber solubility.



Fibro®

FIG. 62.—Regenerated Cellulose—Rayons.

NOTE.—This spectrum was made from a KBr pellet. Normally infrared technique is not required nor recommended for qualitative analysis of rayon.

32-74

**ANEXO III**

**EJEMPLO DE FICHA CONTROL TEXTIL.**

U R D I M B R E					Artículo .....	Rf. <sup>a</sup> .....	Fecha .....
Color	Materia	Torsión	N. <sup>o</sup> Tex.	N. <sup>o</sup> propio	DISPOSICION		

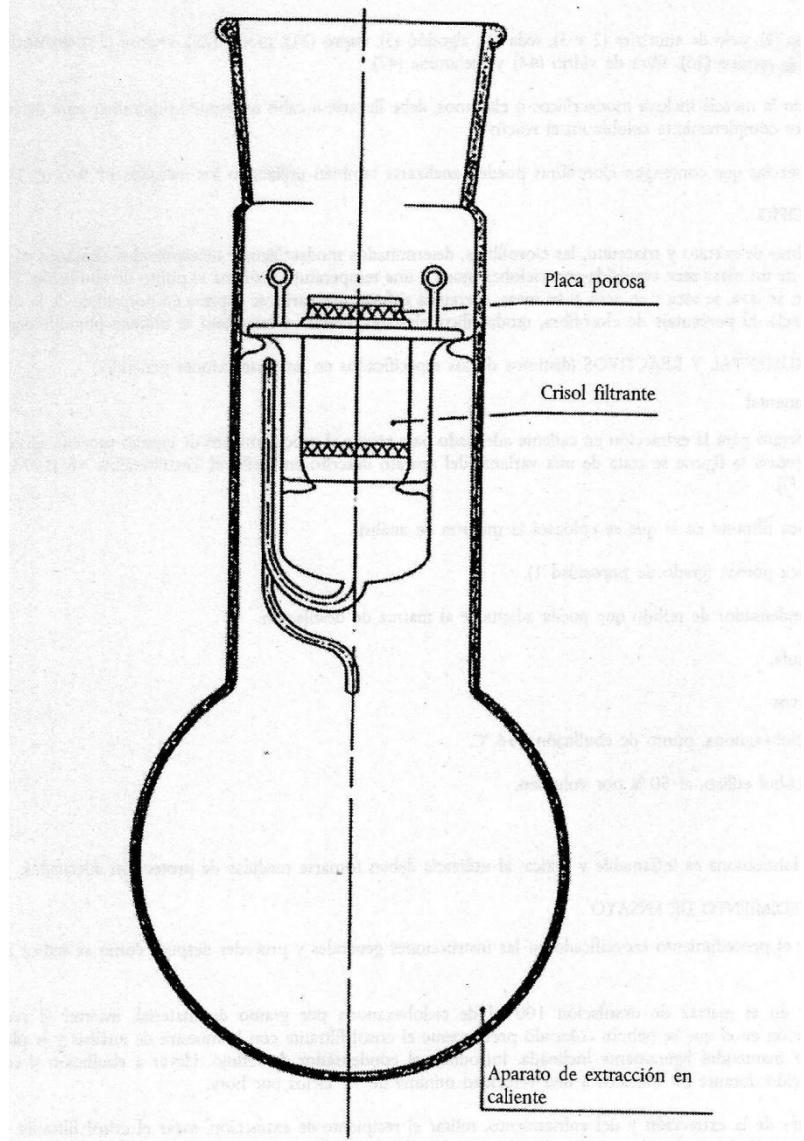
T R A M A					Dibujo .....	Repase .....
Color	Materia	Torsión	N. <sup>o</sup> Tex.	N. <sup>o</sup> propio	DISPOSICION	

Hilos trama	MUESTRA					Hilos urdimbre
Ancho acabado	Peso m <sup>2</sup>	Peso m. 1.	Dens. U.	Dens. T.	Número Urd. Tex.   Propio	Número trama Tex.   Propio
Operaciones: Aprestos y Acabados .....						
.....						
Observaciones: .....						Superficie .....
						Peso .....

## **ANEXO IV**

**APARATO EXTRACCIÓN EN CALIENTE.** Según Método nº 15  
**Directiva Europea de análisis químico de mezclas de fibras.**

Figura mencionada en el punto 3.1, letra a), del método nº 15



**ANEXO V**

**SINOPSIS NORMA ASTM D276**

**MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FIBRAS TEXTILES**

## ***ASTM D276 - (2008). Standard Test Methods for Identification of Fibers in Textiles.***

These test methods are a generally reliable means of identifying the generic types of fibers present in a sample of textile material of unknown composition. The methods are generally not useful for distinguishing fibers of the same generic class from different manufacturers or for distinguishing different fiber types of the same generic class from one producer.

Many fibers are chemically modified by their producers in various ways so as to alter their properties. It is possible for such modifications to interfere seriously with the analyses used in these test methods. Considerable experience and diligence of the analyst may be necessary to resolve satisfactorily these difficulties.

Dyes, lubricants, and delustrants are not present normally in amounts large enough to interfere with the analyses.

These test methods are not recommended for acceptance testing of commercial shipments because of the qualitative nature of the results and because of the limitations previously noted.

For statements on precision and bias of the standard quantitative test methods for determining physical properties for confirmation of fiber identification refer to the cited test method. The precision and bias of the nonstandard quantitative test methods described are strongly influenced by the skill of the operator. The limited use of the test methods for qualitative identification cannot justify the effort that would be necessary to determine the precision and bias of the techniques.

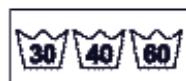
This includes the following sections:

	<i>Section</i>
<i>Referenced Documents</i>	2
<b><i>Birefringence</i></b>	
<i>by difference of refractive indices</i>	34, 35
<b><i>Terminology</i></b>	3
<b><i>Density</i></b>	24-27
<b><i>Infrared Spectroscopy, Fiber Identification by</i></b>	17-23
<b><i>Melting Point</i></b>	28-33
<b><i>Microscopical Examination, Fiber Identification by</i></b>	9, 10
<b><i>Reference Standards</i></b>	7
<b><i>Sampling, Selection, Preparation and Number of Specimens</i></b>	6
<b><i>Scope</i></b>	1
<b><i>Solubility Relationships, Fiber Identification Using</i></b>	11-16
<b><i>Summary of Test Methods</i></b>	4
<b><i>Significant and Use</i></b>	5

## **ANEXO VI**

**Símbolos normalizados internacionales de conservación y  
cuidado prendas textiles.**

### Símbolos del lavado:



Lavar en lavadora, sin superar las temperaturas indicadas.



Lavar a mano y no sobrepasar los 40 grados.



No lavar con agua.



Lavar a máquina con un programa normal.



Lavar a máquina con un programa delicado.



Lavar a máquina con un programa muy delicado.

### Símbolos relativos a la lejía:



Admiten el uso de lejía o productos que contengan cloro diluido.



No utilizar lejía ni ningún otro clorato.

### Símbolos del secado:



Aceptan la secadora a cualquier temperatura.



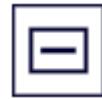
Permiten la secadora a una temperatura moderada.



No usar la secadora.



Secar colgado.



Secar sobre una toalla.



Tender sin estrujar.

### Símbolos de la limpieza en seco:



Lavar con cualquier tipo de disolvente.



Lavar sólo con productos minerales.



Lavar con productos que no contengan tricloretileno.



No lavar en seco.

### Símbolos del planchado:



Temperatura máxima de 110 grados.



Temperatura máxima de 150 grados.



Temperatura máxima de 200 grados.



No utilizar la plancha



No planchar con vapor.

## **ANEXO VII**

### ***EXTRACTO FORENSIC FIBRE MICROSCOPY***

but it is not always so. In many cases the evidence may consist of a single fibre or a small group of fibres which are too few to allow a positive identification. In such cases the examiner must rely on his knowledge of the properties of the fibres he has examined and the way they react under different conditions. He must also take into account the possibility of contamination by other fibres which may have been introduced into the evidence. It is important to ensure that the fibres are not contaminated by other materials before they are examined. This is particularly important in the case of man-made fibres which may contain substances such as dyes and chemicals which can affect the results of the examination.

The key to successful identification of natural fibres is their morphology—these features which nature has ingeniously introduced into them. Three broad divisions of natural fibres are generally accepted:

## 3

### Forensic fibre microscopy

**Glenn R. Carroll, BSc,**

Acting Chief Scientist—Hair & Fibre, Royal Canadian Mounted Police,  
Central Forensic Laboratory, P.O. Box 8885,  
Ottawa, Ontario, Canada, K1G 3M8

Sherlock Holmes had been bending for a long time over a low-power microscope. Now he straightened himself up and looked round at me in triumph. . . . I stooped to the eyepiece and focused for my vision. 'Those hairs are threads from a tweed coat.'

Sir Arthur Conan Doyle in  
'The Adventure of  
Shoscombe Old Place'.

#### 3.1 INTRODUCTION

Little did Sir Arthur Conan Doyle realize at the turn of the 20th century, I am sure, that forensic fibre examiners, almost a hundred years later, would still rely on the same analytical methods as his renowned detective. From a forensic standpoint, fibre examinations, both identifications and comparisons, start with a microscopical examination. As we shall see, the choices of microscopical methodologies are numerous and the information content is great. For example, with large diameter man-made fibres, such as monofilaments, or the so-called 'technical' fibres or fibre bundles associated with the natural cordage fibres, as well as with certain yarns, threads, and fabrics, the starting point may well be a low power stereomicroscopical examination. Regardless of the fibre type this will almost certainly be followed by transmitted high

power bright field microscopy to assess morphology, measure physical features, and observe colour. Polarized light microscopy may follow to further characterize and quantitate optical features such as birefringence, fluorescence microscopy to examine fibre colour at various points in the visible spectrum, and probably comparison microscopy if questioned fibres are compared to a known sample. On occasion, scanning electron microscopy may be used to advantage, particularly to characterize surface contaminants and physical damage.

In addition to equipment requirements, two additional elements are essential for a successful microscopical examination; these being examiner training and an adequate standard reference collection of authentic samples.

### 3.2 FIBRE IDENTIFICATION

Fibre identification may be a stand-alone examination, as often happens in the early stages of a major investigation—no suspect (or from a physical evidence viewpoint no suspect textile material) has yet come under question. Any information which can be generated concerning trace material at the crime scene may be of value and may direct the course of the investigation. In the later stages of an investigation, a preliminary fibre identification is of most value as a screening tool to rapidly sift through numerous exhibits. Ultimately, a comparison with known and questioned materials may be warranted.

The information generated from a fibre examination was summarized by Gaudette (1988) as follows:

- whether the fibre is natural or man-made;
- generic and subgeneric type;
- colour and shade of a fibre;
- the expected usage or source application of the fibre;
- the manufacturer;

and later by Grieve (1990) to include additional microscopical features such as:

- diameter;
- the amount of delustrant, the particle size and distribution;
- cross sectional shape;
- birefringence;
- refractive indices;
- melting point;
- fluorescence;
- absorption spectrum and colour coordinates (a numerical nomenclature precisely defining the colour with the use of a microspectrophotometer).

Now, with the implementation of databases (Carroll *et al.*, 1989) based on authentic reference samples and those based on actual casework samples (Laing *et al.*, 1987), additional information may be generated:

**THE DESIGN OF THE ORIFICE  
DETERMINES THE SHAPE OF THE FIBRE**

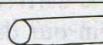
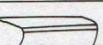
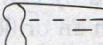
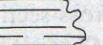
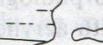
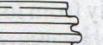
Single-orifice designs	Shape of fibre (cross sectional and longitudinal views)
Round	 
Trilobal	 
Trilobal	 
Dogbone or Dumbbell	 
'LOBED' (4 LOBES)	 
OCTALOBAL	  very striated
IRREGULAR	 
MULTI-LOBED OR SERRATED	  very striated

Fig. 3.1. Man-made fibre cross-section morphologies (courtesy of FBI).

example, the cross-section shape of modacrylic fibres may at first appear to be an assortment of random irregular patterns, but these fibres do tend to group themselves on the basis of different manufacture (Grieve & Cabiness 1985). The fine, faint striations in KEVLAR aramid fibres are another example of a characteristic feature found only in that generic class.

Texturizing can impart characteristics in fibres indicative of the method used. A saw-tooth shape in fibres can indicate a crimped process, while smooth regular undulations may indicate that the fibre or yarn originated from a knitted fabric.

Dyeing can produce artefacts which are often characteristic. If, for example, a fabric is piece dyed, that is dyed after weaving, the colouring of individual fibres may be uneven because of uneven exposure of the individual fibres to the dye solution. In printed fabrics, the colorant is often seen as surface blotches. Some processes result

Added information from cross-sections can include visualization of non-uniform dyeing phenomenon such 'skin dyeing' whereby dyestuff penetration is not uniform throughout the fibre and the outer surface is dyed more intensely than its interior. Phase contrast microscopy may enhance these skin/core differences.

### 3.3.3 Polarized light microscopy

DeForest (1982), Gaudette (1988), and Grieve (1990) have extensively outlined polarized light microscopy as it applies to forensic fibre examinations. To add to their comments and clarify certain points, some personal observations follow. The major advantage with polarized light microscopy lies in that a fibre can be examined directly with no requirement to de-mount it. However, the major drawback, as with any of the techniques for determining optical properties, occurs if the fibre is very heavily dyed or delusted.

Equipment for quantitative polarized light microscopy can be incorporated into a comparison microscope or a stand-alone instrument, but should include strain-free optics, rotating stage, graduated rotatable polarizer and analyser, and provision for an optical compensator and retardation plates.

#### 3.3.3.1 Refractive index

Many, but not all, fibres possess two refractive indices—one parallel to the length of the fibre (termed  $n_{||}$ ), the second perpendicular (termed  $n_{\perp}$ ). Birefringence is the numerical difference between these two. If the greater refractive index is parallel to the fibre length, birefringence, or more precisely the sign of elongation, is said to be positive.

One may examine refractive indices separately and calculate  $n_{||}$  and  $n_{\perp}$  independently, or examine the isotropic refractive index,  $n_{iso}$ , relative to a particular mounting medium. This latter property is a numerical combination of  $n_{||}$  and  $n_{\perp}$  expressed as:

$$n_{iso} = \frac{n_{||} + 2n_{\perp}}{3} \quad (3.1)$$

It is estimated *without* polarizer or analyser in place, involves observing the Becke line, a bright band along the fibre margin, and noting whether it is much lower, lower, equal to, higher, or much higher than the mountant. The Becke line can be observed when a difference exists between the refractive index of the fibre and the mountant. As the focusing mechanism is adjusted and the objective is moved away from the specimen, the Becke line will be seen to move toward the medium with the higher refractive index, and conversely.

The following scheme uses *Permount*†, a mountant of refractive index 1.52, which distinguishes most generic and some sub-generic classes of man-made fibres.

---

†manufactured and distributed by Fisher Scientific Co.

**Table 3.1.** Identification and grouping of man-made fibres by optical properties(where  $\gg$  : much higher $>$  : higher $\approx$  : approximately equal $<$  : lower $\ll$  : much lower

\*: optical properties usually sufficient for identification)

Birefringence	$n_{iso}$ vs mounting medium of $n = 1.52$	$n_{\perp}$ vs mounting medium of $n = 1.52$
Negative		
Saran* (-0.008 to -0.010)	$\gg$	
Acrylic (-0.000 to -0.005)	$\approx$	
Some modacrylics (-0.000 to -0.005)	$>$	
Novoloid* (-0.000 to -0.002)	$\gg$	
Isotropic or very low		
Glass* (0)	$\gg$	
Triacetate (0)	$\ll$	
Nytril (0)	$\ll$	
Low positive (<0.010)		
Vynylon (0 to 0.005)	$>$	
Triacetate (0 to 0.001)	$\ll$	
Acetate* (0.001 to 0.005)	$\ll$	
Some modacrylics (0.002 to 0.005)	$>$	
Azlon (0.002 to 0.006)	$>$	
Viscose (0.002 to 0.014)	$\approx$ to $>$	
Medium positive (0.010 to 0.050)		
Vinal (0.025 to 0.030)	$\approx$ to $>$	$<$ to $\approx$
Viscose (0.010 to 0.046)	$\approx$ to $>$	$\approx$
Cupro (0.021 to 0.037)	$>$	$\approx$ to $>$
Modal (high-tenacity viscose) (0.021 to 0.050)	$\approx$ to $>$	$<$
Polypropylene* (0.028 to 0.034)	$<$	$<$
Qiana polyamide (0.036 to 0.050)	$\approx$ to $>$	$<$
High positive (0.050 to 0.070)		
Qiana polyamide (0.036 to 0.050)	$\approx$ to $>$	$<$
Nylon 11 (0.046)	$\approx$	
Fluorofibre* (0.040 to 0.050)	$\ll$	
Nylon 6 and 66 (0.049 to 0.063)	$>$	
Polyethylene (0.050 to 0.052)	$>$	
Polyester—partially-oriented PET (0.044 to 0.056)	$>$	
Polyester—unspecified (0.048 to 0.076) <sup>a</sup>	$>$	

**Table 3.2** Melting behaviour of man-made fibres.

(The term 'do not melt' indicates that the sample does not melt below 300 °C, the useful upper limit of the current Mettler instrumentation.)

Fibre type	Range of mean melting temperatures (°C)
Acetate	224–280
Acrylic	Do not melt
Aramid	Do not melt
Azlon	Do not melt
Fluorocarbon—PTFE	Do not melt
2*	300
3*	277
4*	245
Glass	Do not melt
Modacrylic—A**	204
B**	225
C**	Do not melt
Novoloid	Do not melt
Nylon—6	213
612	217–227
66	254–267
Qiana (diamine & dicarboxylic acid)	276–277
Olefin—Polyethylene	122–135
Polypropylene	152–173
Polycarbonate	161
Polyester—PET	256–268
PCDT	277–298
3***	222
4***	222
5***	230–231
6***	231–245
Rayon	Do not melt
Rubber	215
Saran	167–184
Spandex	231
Sulfar	283
Triacetate	260
Vinal	200–260
Vinyon—PVC/PVA	135

\* Where:

2—Polyvinylidene fluoride

## **ANEXO VIII**

### **RESTAURACIÓN PATRIMONIO ARTÍSTICO.**

**EJEMPLOS DE DETECCIÓN DE DAÑOS EN TEXTILES. CONSERVACIÓN DE  
TEJIDOS ANTIGUOS.**

***Quality assessment of textiles. Damage detection by microscopy. Textile conservation.***

***Fiber identification in practice.***

***Martha Goodway***

**ABSTRACT**—Brief case studies of the problems in identification of a wide variety of ethnographic and archaeological fibers are given. The strategy of identification varied with the purpose (choice of treatment, assessment of damage or identification of its cause, or authentication) but most of all with the condition of the fibers. Fibers from ethnographic or archaeological sources tend to be aged, and are sometimes fragmentary or decayed, fossilized or charred. With fibers in such condition, the simpler methods of preparation for microscopic observation were found more successful than the classical biological methods of soaking, clearing and staining. Not all fibers could be identified. Fur fibers from characteristic areas of the pelt were usually diagnostic as to species as well as to genus. Vegetable fibers were often not morphologically specific to species. Unless "guide elements" were present, or special limitations on species distribution were known, the identification of the genus of a vegetable fiber was often the best that could be done. Instructions for an optical test for flax, and a report form for the observation of fur and wool fibers, are included. The identification of fibers in archaeological and ethnographic objects in practice is a great deal more difficult than the texts on fiber identification lead one to believe. For example, the solubility tests which are a mainstay of synthetic fiber identification are of no use since archaeological and ethnographic fibers are natural ones. The various chloroiodine stains, Herzberg's and others which stain cellulose red, violet or blue and ligno-cellulose yellow, seldom act on old and disseminated fiber unless at nodes or points of fracture. These and many other methods recommended for use with textile fiber identification often give equivocal results when applied to archaeological or ethnographic material. Experience has shown that complicated and lengthy preparation procedures do not repay the time and effort they require and, more importantly, often fail altogether. Perhaps the single most useful generalization that can be made about archaeological and ethnographic fiber identification is that not all fibers can be identified on the basis of the information we now have. Nevertheless, a surprising number of these fibers can be identified, or at least classified, by microscopical observation and a few simple tests. The following examples may suggest useful approaches in dealing with material of this sort.

IN PRACTICE, THE FIRST STEP in identification of natural fiber was to classify it by material, whether of animal or vegetable origin. To differentiate between cellulose and protein fiber where this was not obvious, an ash test detected protein by the characteristically nitrogenous odor of burnt hair. If it was not protein then the twist test quickly differentiated right-hand vegetable fibers such as flax and ramie, from the left-hand fibers such as hemp, jute, and most ethnographic fibers. Right-hand fibers were also distinguished from left-hand fibers microscopically, by a method described in the Appendix.

In the twist test, care was taken that only a single fiber was wetted so that the direction it rotated upon drying could be clearly observed. Flax, a right-hand fiber, was used as a comparison standard in these tests so as to establish the direction of rotation. Flax rotated swiftly on drying, but the left-hand fibers were often more subtle. If not repeated several times, the test could be misleading. An example of this occurred in examination of a pulley rope from the sunken warship Tecumseh, in which a red marking thread was found. The naturally colored fibers of the rope consistently gave a slow but distinct left rotation on drying, confirming their microscopical identification as Manila hemp. The red-colored fibers, repeatedly wetted and dried, gave contradictory results. When this fiber was also examined microscopically (Figure 1) it was obviously cotton. Cotton, a seed hair, has the form of a collapsed hollow tube. It collapses randomly, with a right-hand twist in one short section followed by a left-hand twist in another; this randomness of twist was faithfully reflected in the contradictory results of the twist test.

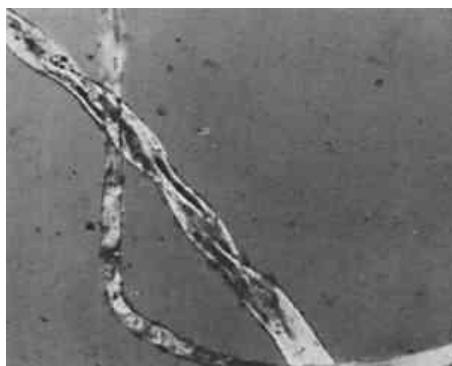


Fig. 1. Collapsed-tube morphology and random twist characteristic of cotton fiber. 500x, 70° cross polars.

With natural fibers, microscopy was the method of choice for identification because the morphology of these fibers can be distinctive. Unfortunately, the differences in morphology among some species are not always sufficiently distinctive to allow precise identification since nature tends to use the same repertoire of cells in constructing the fibers of different plants.

In mounting a fiber for microscopical observation, care was taken that adventitious material—such as cotton from clothing, or processed wood fibers from tissue—were not embedded with the sample in the preparation. Most fibers from objects already bore a large amount of extraneous material, which was distracting and could be misleading. It was also possible for an entire sample to consist of adventitious material. For example, a long, black animal fiber which had come from a cave being excavated proved to be a bristle from a brush used as a tool in excavation.

It has become customary to use a mounting medium such as Monsanto's Aroclor 5442, which is permanent and has an index of refraction about a tenth higher than that of natural fibers, whose indices in general are about 1.54 or 1.55, as a convenient method of enhancing contrast at the surface of the fiber. Some degree of contrast is essential so that surface detail becomes visible. These high-index media contain nasal irritants and when heated the vapours should not be inhaled, in addition to observing the rules for the use of PCBs imposed by the Environmental Protection Agency.

## **DEGRADATION IN WEIGHTED AND UNWEIGHTED HISTORIC SILKS.**

***Janet E. Miller, & Barbara M. Reagan***

**ABSTRACT**—The influence of type of silk, age, and weighting agent on the physical and chemical deterioration of silk fabrics was evaluated by comparing the strength, elongation, amino acid content, viscosity, and infrared spectra of 54 undyed, historic silk fabrics with new silk plain weave fabric. Fiber fracture patterns also were characterized. Metallic elements present on the silks in various amounts, as determined by neutron activation analysis, were tin and to a lesser extent iron, aluminum, chromium, copper, barium, and arsenic. In general, tenacity, elongation, and viscosity were inversely related to the age of the silk. The variety of fiber fracture patterns in the historic silks reflected the diverse histories and causes of deterioration.

### **1 INTRODUCTION**

Silk fabrics dating from the late 19th and early 20th centuries often are severely degraded as a result of weighting agents that were used to increase or replace the weight lost during the degumming process. Weighted silk is usually heavier and thicker and has better draping qualities than unweighted degummed silk. However, both the process of weighting and the agents used may weaken the silk fiber, shorten its wear life, and make it more susceptible to degradation by acid, alkalies, high temperature, and light.<sup>3, 7</sup> As a result, many antique silks exhibit lengthwise splits and cracks at folds and creases and are so weak that they must be supported to be handled or displayed.

Historically, the artificial weighting of silk has been practiced for hundreds of years using a variety of inorganic and organic compounds. In the 20th century, the most common weighting agents were tin salts, such as stannic or stannous chloride, which were used alone or in combination with phosphates and silicates.<sup>3, 13</sup> Weighting agents usually were applied to silk during the dyeing operation. Because fabrics were often sold by weight, some dyers and finishers would overweight silks for greater profits, even though this practice severely weakened the fiber. The adverse effects of weighting agents on silk fabrics resulted in a 1938 Federal Trade Commission rule requiring manufacturers to designate on labels the percentage of weighting agents applied if greater than 10% by weight (or 15% for blacks).

The selection of appropriate conservation methods for historic silk textiles and costumes may be impeded by the lack of knowledge pertaining to the physical and chemical changes that occur in silk fibers during aging or to the deleterious effects of dyeing and finishing chemicals, such as weighting agents.

Furthermore, research on fiber aging has focused primarily on cotton and wool, while few studies have been conducted on silk. Information characterizing degradation in historic silks has been extrapolated primarily from research conducted on new silks, which have been studied to a limited extent for quality control purposes (i.e., to minimize damage during manufacturing), or from artificial aging experiments. Bresee and Goodyear<sup>4</sup> examined fiber fracture patterns in naturally aged silks that had been degraded by heat treatments and accelerated light exposure. Similarly, in artificial aging experiments on silk, Leene et al.<sup>9</sup> evaluated changes in the degree of polymerization and fiber tenacity and elongation. These authors concluded that aging and deterioration resulted from a complex combination of degradation forces.

In a recent study by Kuruppillai<sup>8</sup> et al., the extent to which a deacidifying agent and two antioxidants reduced degradation in new silk was evaluated after exposure to heat and light. These additives were not effective in retarding strength loss, but they did reduce the formation of amino groups. Needles et al.<sup>12</sup> investigated the effects of natural dyes and mordants on degradation in silk and wool subjected to xenon light and soil burial tests. Results showed that the mordanting agents improved the lightfastness of the dyes but increased burial-induced color change.

This research was undertaken to characterize physical and chemical degradation and changes in properties of naturally aged silk. This information will aid in developing and selecting appropriate methods of conservation. The samples evaluated were new, unweighted silk *habutai* and naturally aged, unweighted and weighted, historic silk fabrics. *Habutai* is a soft, light, closely woven Japanese silk fabric woven from raw silk filature with little or no twist.<sup>7</sup> The silk *habutai* also was exposed to chemicals, boiling water, and heat to examine their effects on the physical and chemical structure of the fiber, but the results are not reported here.<sup>11</sup> Methods of analysis included tests of yarn tenacity and elongation, dilute solution viscosity, amino acid content, photoacoustical infrared spectroscopy, and optical and scanning electron microscopy. The metallic weighting agents present on the weighted historic silks were identified using neutron activation analysis.

#### 4 CONCLUSIONS

FIFTY-FOUR HISTORIC SILK FABRICS (10 to 400 years old) were evaluated and compared to new silk to determine the extent of degradation in relationship to the type of silk (cultivated [*Bombyx mori*] or wild [Tussah]), presence of weighting agents, and age. The silk samples, obtained by donations from universities, museums, and private collectors, varied in fabric count, denier, amount of twist, metallic elements present, and general condition (poor to excellent).

Of the 54 undyed, historic silk fabrics, 15 contained 1% or more total weight of

metallic elements and were classified as weighted. All of the silk samples contained small amounts of iron. Other elements detected by NAA in various amounts were tin, aluminum, chromium, copper, barium, and arsenic.

Combinations of metallic elements ranged from 0.02% to 14% of fabric weight. Combinations of metallic elements present differed within and between age groups. Additional research on weighting agents is recommended using a combination of methods of elemental analysis to determine if the amount and type of weighting agents might be a potential method for dating silk fabrics.

The highest element percentages were obtained for tin, which was commonly used as a weighting agent in the late nineteenth and early twentieth centuries. Six of the fabrics from 1890 to 1909 and five of the eight fabrics from 1910 to 1939 were weighted with tin in amounts of 3% to 14%. Tin weighting at levels above 3% appeared to be particularly detrimental to silk, resulting in low yarn tenacities, ranging from 0.0 to 1.06 gf/den., and somewhat lower elongation. In general, tenacity, elongation, and viscosity were inversely related to the age of the silk, based on regression and orthogonal trend analyses. The tenacity means for the silks in age groups representing  $\geq$  50 years of age (i.e., 4–9) were significantly lower than that for the new silk *habutai* (intrinsic viscosity of 3.1). Similarly, silks older than 80 years showed a marked decrease in viscosity. The majority of the historic silk fabrics had viscosities of <1.0.

The amino acid content of the new and historic silk fabrics were similar; however, some of the samples exhibited a decrease in bulkier side-chain amino acids (proline, valine, methionine, lysine) with a corresponding increase in the simpler amino acids (glycine, alanine, and serine). As in the other methods of analysis, considerable variability existed in the amino acid content of particular samples within age groups because of inherent differences and previous histories. Overall, the samples containing wild silk had lesser amounts of glycine, alanine, and serine and greater amounts of the bulky side-chain amino acids. The variety of fiber fracture patterns in the historic silk also reflected the diverse histories and causes of deterioration in the naturally aged samples. However, few differences were observed in the infrared spectra for the new and the historic silks, except for the weighted silk. Some of the characteristic absorption bands for tinweighted silk were flattened and less pronounced. Visual assessment of the general condition of the fabric did not always correlate with tenacity, elongation, or viscosity. Most of the fabric samples that were classified as in poor condition had low strength, but in some cases, fabrics that appeared to be in good condition were so weak that the yarns could not be raveled out for testing. Not all weighted silks were crisp or stiff, nor were cracks or splits in fabrics always associated with weighted silk. Hence, visual examination may be inadequate to judge the condition of historic silk fabrics.

## **IDENTIFICATION OF DYES ON OLD TEXTILES**

*Helmut Schweppe*

**ABSTRACT**—A method for the differentiation of natural from synthetic dyes on textiles is discussed, and a simple method for the identification of natural dyes on old textiles is established. Identification is accomplished by the preparation of lakes of the dyes and their color comparison with lakes of known dyes. Thin-layer chromatography for the identification of certain red dyes and yellow dyes is also discussed, and several examples of identification of unknown dyes are described.

### **1. INTRODUCTION**

ONLY A FEW EXPERTS are capable of identifying dyes on old textiles, because most of the methods currently used require expensive apparatus, are time-consuming, and can be evaluated only by people with much experience, or because the necessary collection of authentic samples is not available. I wish to introduce here a method of analysis that is simple, quick, and cheap and is suitable for identifying the most important natural dyes on textiles. However, even this method cannot be carried out without making color comparisons, and I have therefore included a list of suppliers of natural dyes and books on dyeing with natural dyes (Appendices 1 and 2).

In contrast to methods previously known, I identify the natural dyes on the fibres, without taking them up into solution. Many of the natural dyes are mordant dyes, present on the fibre as insoluble lakes, for example aluminum lakes. In such cases one can form different lakes by boiling with aqueous solutions of tin, aluminum, iron, copper, or uranium salts, and then one obtains a series of lakes of different shades. By making comparisons with known dyeings it is very often possible to make an unambiguous identification of particular natural mordant dyes. This method of analysis is really based on the method of dyeing whereby the color is first developed on the fibre. This method of dyeing with mordant dyes is used when a metal salt is not suitable for direct mordanting of the fibre. For instance, one can dye wool mordanted with alum and then treat it with an aqueous solution of, say, copper sulfate, forming the copper lake on the fibre.

I shall give a short sketch of the method of analysis and then enlarge on this with the aid of specific examples. However, I should first like to mention some preliminary tests, which in some cases can give important indications.

## 2. PRELIMINARY EXAMINATION

A SMALL SAMPLE of the colored fabric is first boiled in a 1% ammonia solution, in order to remove soil and finishes. Most natural dyes do not run when subjected to this treatment, since they are usually mordant dyes, that is to say they are present in the fabric as insoluble lakes. Indigo is also fast to dilute ammonia. Most of the earlier synthetic dyes made prior to the end of the 19th century run considerably. The same observation is made by textile restorers when they wash carpets with anionic surfactants in ammoniacal solution: if they see that no dye runs they draw conclusions about the presence of natural or synthetic dyes.

Prior to testing the fabric sample is washed with water and then with methanol, pressed between filter papers and set aside to dry.

A small piece of the cleaned dyeing is boiled successively with water, ethanol, glacial acetic acid, and a 20% ammonia solution.<sup>1</sup> The material should be thoroughly rinsed in water before being transferred to the ammonia solution. The extents to which the various extracts are colored allow conclusions to be drawn about the types of dyes present. Synthetic acid and direct dyes are extracted by water and by ammonia solution. Synthetic basic dyes are extracted by ethanol and glacial acetic acid. Indigo (natural or synthetic) is extracted by glacial acetic acid.

Most of the natural dyes are extracted only slightly or not at all. There are a few exceptions however, one of which is provided by safflower, whose most important color constituent is carthamic acid. The red carthamic acid loses its color irreversibly when boiled with ammonia, while the safflower yellow that accompanies it goes into solution without change in color. Indigo extract is also extracted to a considerable extent by boiling ammonia. This dye, which has been made by treating indigo with sulfuric acid since 1740, consists principally of indigo-disulfonic acid.

When a synthetic dye is believed to be present because the color is extracted by water and ammonia, or ethanol and glacial acetic acid, simple dyeing tests can be used to indicate whether it is an acid, basic or direct dye. The most strongly colored extract is evaporated to dryness and the residue is taken up in a little water. The solution is divided in two portions; one is acidified with acetic acid, and to part of the other (5 ml) a 5% sodium sulfate solution (1 ml) is added. The solutions are tested on wool and tannin-mordanted cotton.<sup>2</sup> If the wool is stained more strongly by the acid solution than the cotton, an acid dye is present. If the cotton is dyed more strongly, a basic dye is present. A direct dye can be recognized by the fact that it easily goes onto unmordanted cotton from the neutral solution containing sodium sulfate.

**ANEXO IX**

**DENSIDAD DE FIBRAS TEXTILES**

## Densidad de fibras textiles

---

Polipropileno	0,91	Alcohol polivinílico	1,31
Polietileno	0,92	Acetato de celulosa	1,32
Poliamida 11	1,04	Lana	1,32
Poliuretano	1,05	Poliéster (Terylene)	1,38
Poliestireno	1,06	Yute	1,45
Poliamida 6	1,15	Cáñamo	1,49
Poliamida 6,6	1,15	Lino	1,50
Poliacrilnitrilo	1,15	Ramio	1,51
Poliéster (Kodel)	1,22	Rayón, Fibrana	1,52
Seda	1,25	Algodón	1,54
Fibra de zeína	1,25	Fibra de alginato	1,56
Fibra de araquina	1,28	Cloruro de polivinilideno	1,72
Fibra de caseína	1,29	Politetrafluoretileno	2,30
Triacetato de celulosa	1,30	Fibra de amianto	2,3-2,6
Cloruro de polivinilo	1,31	Fibra de vidrio	2,5-2,8

---

## **ANEXO X**

**Comportamiento a la llama y al calor de fibras naturales y  
sintéticas. Ejemplo de cuestionario de toma de datos**

## Burning Characteristics of Synthetic Fibers.

	Nylon 6 and 6.6	Polyester	Polypropylene	Polyethylene
In Flame	Melts and burns	Shrinks and Burns	Shrinks, curls, and melts	
Removed from Flame	White smoke	Blackish smoke		
Yellowish melted falling drops	Melted falling drops			
Removed from Flame	Stops burning		Continues to burn rapidly	Continues to burn slowly
	Small bead on end	Small black bead on end		
	Hot melted bead		Hot melted substance	Hot melted substance
	Can be stretched into fine thread			Cannot be stretched
Residue	Yellowish bead	Blackish Bead	Brow/yellowish bead	Like paraffin wax
	Hard round bead, Not crushable			No bead, Crushable
Smell of smoke	Celery-like Fishy odor	Oily sooty odor Faintly sweet, like sealing wax	Like burning asphalt or paraffin wax	Like burning paraffin wax
February 23, 2003				

tar influenciada fuertemente por la adición de aditivos ignífugos y como consecuencia, los resultados, en la práctica, pueden desviarse de los previstos en la Tabla 10.

Para una evaluación sistemática de la inflamabilidad y de otros ensayos, se recomienda el esquema descrito por G. H. Domsh (Kunststoffe 61 (1971), p. 669) (ver Fig. 5, págs. 50-51).

**Tabla 10. Comportamiento de los plásticos a la llama**

Inflamabilidad	Aspecto de la llama	Olor de los vapores	Material
No arden	—	—	Siliconas Politetrafluoretileno, politrifluorocloroetileno Polimidas
Difíciles de encender, se autoextinguen cuando se retira la llama	Luminosa, humos negros	Fenol, formaldehído	Resinas fenólicas
	Amarilla luminosa	Amoniaco, aminas, formaldehído	Amino resinas
	Borde verde	Ácido clorhídrico	Caucho clorado, policloruro de vinilo, policloruro de vinilideno, (sin plastificantes inflamables) Policarbonatos
	Brillante, humos negros	—	Caucho de silicona
	Amarilla, humo gris	—	Poliamicidas
	Amarillo-naranja, humo azul	Cuerno quemado	
Arden en la llama, no se autoextinguen o lo hacen lentamente fuera de la llama	Amarilla	Fenol, papel quemado	Estratificados de resinas fenólicas
			Irritantes, pica la garganta
			Goma quemada
			Policloropreno

Amarillo-naranja, humos negros	Fragante, aromático	Poliéstertereftato
Amarilla, borde azul	Picante (isocianato)	Poliuretanos
Amarilla, centro azul	Parafina	Poliétileno, polipropileno
Luminosa, humos negros	Acre	Resinas de poliéster (reforzadas con fibra de vidrio)
Amarilla	Fenol	Resinas epoxy (reforzadas con fibra de vidrio)
		Poliéstereno

Mantener la muestra en el borde de la llama (si la muestra no arde inicialmente mantener la muestra en el interior de la llama durante 10 s.)

#### Comportamiento frente al calor

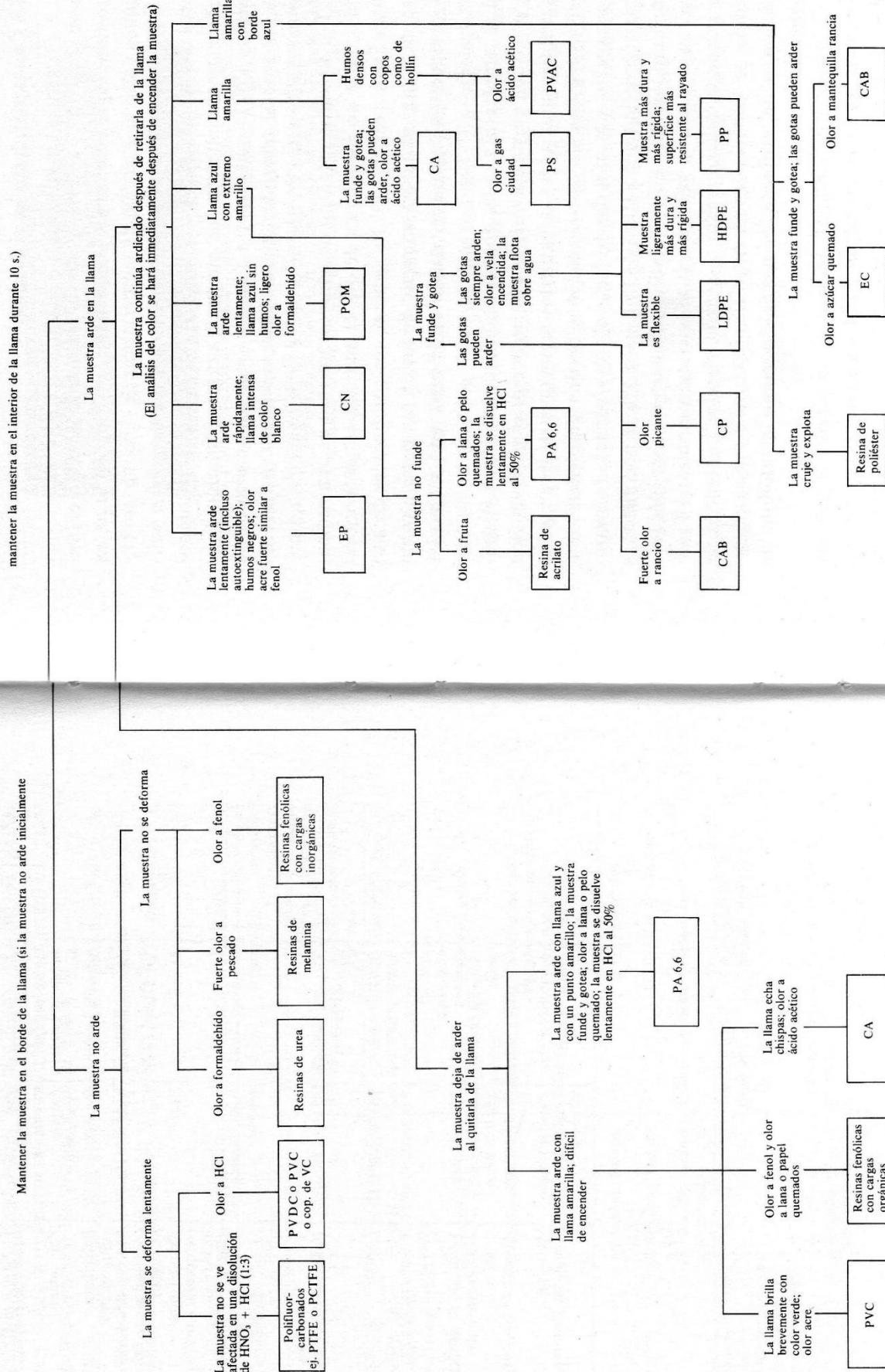


Figura 5. Inflamabilidad y ensayos de olores (según G.H. Domsch).

**Worksheet 1** Fiber identification by burning

	Initial reaction	Burning	Description of flame	Self-extinguishing	Smell	Remains
Cotton						
Wool						
Silk						
Acetate						
Polyester						
Acrylic						
Nylon						
Viscose						
Polyolefin						
Glass						

**ANEXO XI**

**TABLA SOLUBILIDADES FIBRAS TEXTILES.**

REACTIVOS SELECTIVOS	FIBRA	DISOLVENTES PARA EL GRUPO 2				DISOLVENTES PARA EL GRUPO 3				DISOLVENTES PARA EL GRUPO 4				DISOLVENTES PARA EL GRUPO 5				DISOLVENTES PARA EL GRUPO 6				SUPLEMENTARIAS			
		Acetona al 70% en volumen	Ácido acético glacial	Ácido Clorhídrico 4+4 N	Ácido sulfúrico al 40% en peso	Hidróxido de triptófano (Véase nota 21)	Xileno Comercial	Cloroformo	Acetona nitrato de cromo concentrado	Cresol	Acetona sulfúrica al 60% en peso a 60°C	Hidróxido de cuprocromo al 77% en peso	Tetrahidrofurano	Xileno comercial-Dioxano	Acido sulfúrico al 77% en peso	Tetrahidrofurano	Xileno comercial-Dioxano	Acido sulfúrico al 77% en peso	Tetrahidrofurano	Xileno comercial-Dioxano	Acido sulfúrico al 77% en peso	Tetrahidrofurano	Xileno comercial-Dioxano	Acido sulfúrico al 77% en peso	Tetrahidrofurano
1	La fibra es soluble en carbonato sódico hirviendo a 0,25%																								
2	Las fibras son solubles en 15 minutos en una mezcla de 1 parte de cloruro calcico y 4 partes de ácido formico al 90% (Véase nota 21). Se observa rotación y las fibras se desnaturalizan.	Alginato cálcico				SOL 1 min.	SOL 4 min.	SOL 2 min.	SOL 1 min.	SOL 5 min.	SOL 15 min.	SOL 18 min.	SOL 400°C 5 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	SOL 1 min.	
3	Fibras solubles en 5 min. en hipoclorito sódico al 3% hidróxido sódico al 3% (Véase nota 21).					Nylon 6	Acetato de celulosa secundario	Triacetato de celulosa	Nylon 6,6	Alcohol polivinílico	Seda bombayx														
4	Fibras solubles en 1 min. en butirolactona.					Lana	Proteína regenerada	Proteína regenerada	Cáñamo	Cáñamo	Cáñamo														
5	Fibras solubles en 10 min. en ácido sulfúrico concentrado.					Chloruro de polivinilo y clorato	Copolímero de cloruro de vinilo-acetato de vinilo	Copolímero de cloruro de vinilo-acetato de vinilo	Cáñamo	Cáñamo	Cáñamo														
6	Fibras insolubles en todos los reactivos anteriores.					Nylon 11	Acrílicas	Celulosa regenerada	Algodón blanqueado	Algodón acelullado	Algodón														
7	Algunas veces no es necesario tratar con ácidos o sales para disolver algodones y otros materiales.					Acetato de celulosa	Acetato de celulosa	Acetato de celulosa	Acetato de celulosa	Acetato de celulosa	Acetato de celulosa														
8	Algunas veces es necesario tratar con ácidos o sales para disolver algodones y otros materiales.																								
9	Si se observa que la mayoría de las fibras permanecen entre las fibras de algodón, el mejor resultado se obtiene pasando las fibras por un tamiz de 1 mm.																								
10	En este caso se observa que las fibras permanecen entre las fibras de algodón.																								

Las señales en blanco denotan que las fibras son insolubles en un tiempo de desarrollo menor que el indicado.

Nota: En este caso se observa que las fibras permanecen entre las fibras de algodón.

### 3

## Ensayos preliminares

### 3.1 Solubilidad

Entre los numerosos disolventes de plásticos, los más ampliamente utilizados son benceno, tetrahidrofurano, dimetilformamida, dietil éter, acetona y ácido fórmico. En ciertos casos, cloroetileno, acetato de etilo, etanol y agua son también de utilidad. Las Tablas 6 y 7 resumen el comportamiento de los plásticos más importantes en varios disolventes. Para el análisis sistemático de plásticos, la distinción entre polímeros solubles e insolubles da lugar a una primera separación en dos grupos. A continuación podemos aplicar métodos químicos para seguir investigando estos dos grupos.

**Tabla 6. Solubilidad de los plásticos**

Polímero	Disolvente	
Poliétileno, polibuteno-1, polipropileno isotáctico	p-Xileno*, triclorobenceno*, decano*, decalina*	Acetona, dietiléter, alcoholes de bajo peso molecular
Polipropileno atáctico	Hidrocarburos, acetato de isomileno	Acetato de etilo, propano
Poliisobutileno	Hexano, benceno, tetracloruro de carbono, tetrahidrofurano	Acetona, metanol, acetato de metilo
Polibutadieno, polisopreno	Hidrocarburos alifáticos y aromáticos	Acetona, dietiléter, alcoholes de bajo peso molecular
Poliestireno	Benceno, tolueno, cloroformo, ciclohexanona, acetato de butilo, disulfuro de carbono	Alcoholes de bajo peso molecular, dietil éter (se hincha)
Policloruro de vinilo	Tetrahidrofurano, ciclohexanona, metiletilcetona, dimetilformamida	Metanol, acetona, heptano
Poli fluoruro de vinilo	Ciclohexanona, dimetilformamida	Hidrocarburos alifáticos, metanol
Poli tetrafluoretileno	Insoluble	Dietiléter, éter de petróleo, butanol
Poliacetato de vinilo	Benceno, cloroformo, metanol, acetona, acetato de butilo	Metanol, acetona
Polivinil isobutil éter	Isopropanol, metiletilcetona, cloroformo, hidrocarburos aromáticos	Metanol, dietiléter, éter de petróleo
Poliacrilatos y polimetacrilatos	Cloroformo, acetona, acetato de etilo, tetrahidrofurano, tolueno	Alcoholes, dietiléter, agua, hidrocarburos
Poliacrilonitrilo	Dimetilformamida, dimetilsulfóxido, ác. sulfúrico concentrado	Metanol, acetona
Policrilamida	Aqua	Hidrocarburos, metanol,
Poliácido acrílico	Aqua, álcalis diluidos, metanol, dioxano, dimetilformamida	acetona, dietiléter
Poli alcohol vinílico	Aqua, dimetilformamida*, dimetil-sulfóxido*	Hidrocarburos, metanol, acetona, dietiléter
Celulosa	Hidróxido cúprico-amónico acuoso, cloruro de cinc acuoso, tioicianato cálcico acuoso	Metanol, acetona

Diacetato de celulosa	Acetona	Cloruro de metíleno
Triacetato de celulosa	Cloruro de metíleno, cloroformo, dioxano	Metanol, dietileter
Metil celulosa (trimetil)	Cloroformo, benceno	Etanol, dietileter, éter de petróleo
Carboximetil celulosa	Agua	Metanol
Poliésteres alifáticos	Cloroformo, ác. fórmico, benceno	Metanol, dietileter, hidrocarburos alifáticos
Politereftalato de etileniglicol	m-Cresol, o-clorofenol, nitrobenzeno, ác. tricloroacético	Metanol, acetona, hidrocarburos alifáticos
Poliamidas	Ácido fórmico, ác. sulfúrico conc., dimetilformanida, m-cresol	Metanol, dietileter, hidrocarburos
Poliuretones (no entre cruzados)	Ácido fórmico, $\gamma$ -butirolactona, dimetilformanida, m-cresol	Metanol, dietileter, hidrocarburos
Políoxido de metílico	$\gamma$ -Butirolactona*, dimetilformanida*, alcohol benílico*	Metanol, dietileter hidrocarburos alifáticos
Políoxido de etileno	Aqua, benceno, dimetilformanida	Hidrocarburos alifáticos, dietetileter
Polidimiel siloxano	Cloroformo, heptano, benceno, dietetileter	Metanol, etanol

\* Con frecuencia, soluble sólo a elevadas temperaturas.

Para determinar la solubilidad, se añade aproximadamente 0,1 g de plástico finamente dividido a un tubo de ensayo con 5-10 ml de disolvente. Transcurridas unas horas, se agita vigorosamente el tubo de ensayo y se observa el posible hincharimiento de la muestra. Con frecuencia, esta operación puede durar bastante tiempo. Si es necesario, se calienta suavemente el tubo de ensayo con agitación constante. Esta operación puede hacerse con un mechero Bunsen pero es preferible hacerlo en un baño de agua. Hay que tener mucho cuidado de impedir la ebullición repentina y la proyección del producto fuera del tubo de ensayo, ya que muchos disolventes orgánicos o sus vapores son inflamables. Si el ensayo de solubilidad deja duras y/o si quedan partículas insolubles (fibras de vidrio o carbonas inorgánicas), es necesario separarlas. Se pueden filtrar fácilmente o bien decantar después de haber dejado la solución en reposo durante una noche. Evaporando una parte del líquido que sobrenada en una placa de vidrio, el material disuelto queda como residuo para efectuar el ensayo. También se puede añadir gota a gota la solución filtrada sobre un precipitante del plástico correspondiente que, de esta forma, precipitará. El éter de petróleo, el metanol y ocasionalmente el agua se utilizan como agentes de precipitación.

La solubilidad de un material plástico depende mucho de su estructura química y en cierto modo de su peso molecular. Sin embargo, los disolventes mencionados en la Tabla 7 no siempre permiten una identificación neta.

**ANEXO XII**

**TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE MANCHAS.**

## **ELIMINACION DE MANCHAS.**

Para eliminar las manchas hay que tener en cuenta las siguientes reglas básicas:

- La facilidad de eliminación de la mancha depende del tipo de fibra.
- Ante una mancha, hay que actuar rápidamente, evitando que esta se seque, para ello hay que quitar al máximo la mancha por absorción apretando contra la superficie del tejido, pero no frotando.
- Si la prenda puede lavarse normalmente la mancha puede quitarse localmente con un paño mojado con agua caliente, siempre apretando sin frotar. Esto NO es válido para aceite y grasas.
- Para las prendas con prohibición de lavado doméstico debe limpiarse o absorber al máximo la mancha con un paño absorbente. Posteriormente proceder a limpieza en seco.
- Si es posible, no dejar secar las manchas de sustancias acuosas (fruta, vino, tomate, etc.). Limpiar previamente con agua caliente jabonosa y luego blanquear localmente con cuidado. Aclarar bien y lavar a alta temperatura antes de que se seque. Las prendas con manchas de sangre hay que aclarar previamente con agua fría o tibia y lavarlas luego en agua a 60º (no poner lejía).
- En las manchas de grasa que se eliminan con quitamanchas es casi inevitable que se forme un halo alrededor mancha. Este disminuye poniendo detrás un paño absorbente y cambiándolo con frecuencia.
- Despues de poner la ropa en lejía, debe aclararse bien y lavarse enseguida a 60º o 90ºC , de acuerdo con las instrucciones de conservación, para evitar que amarillee y se dañe el tejido.
- La lana, húmeda o mojada, puede enfieltrarse si se frota o agita enérgicamente.
- Los quitamanchas pueden dañar las telas a base de fibras sintéticas.

A continuación se adjuntan tablas de los distintos tipos de manchas y como eliminarlas.

## LAS MANCHAS Y COMO ELIMINARLAS

<b>Tipo de mancha</b>	<b>Con etiqueta 95° y 80° que pueden hervirse o de colores sólidos (a veces algodón hasta 40°C)</b>	<b>Textiles con símbolos de conservación 40°C y 30°C, y lavado a mano o sea en general fibras químicas, lana seda y a veces algodón</b>
Aceite	V. Grasa	Con benzol o un disolvente quitamanchas o en tintorería.
Brea o Alquitran	Tratar localmente con alcohol y lavar	Tratar localmente con alcohol.
Bolígrafo	Poner en remojo, imregnar con un detergente concentrado Y lavar. Las manchas viejas, ablandar con glicerina y lavar.	Tratar con bencina o disolvente quitamanchas o bien lavar enseguida con agua fría. Manchas viejas, lavar con agua tibia.
Cafe/Cacao	Rascar la cera. Los restos que queden plancharlos poniendo la tela entre dos papeles secantes (lidiando con los sintéticos!). Eliminar el resto con un trapo mojado con bencina u otro disolvente, sobre una superficie absorbente. Despues lavar normalmente.	Tratar con bencina o disolvente quitamanchas o bien lavar enseguida con agua fría.
Cera	Se disuelve al lavar.	Rascar la cera. Los restos que queden plancharlos poniendo la tela entre dos papeles secantes (lidiando con los sintéticos!). Eliminar el resto con un trapo mojado con bencina u otro disolvente, sobre una superficie absorbente. Despues lavar normalmente.
Cerveza	Tratar la mancha con un poco de detergente, frotar y aclurar. Para las manchas viejas, cepillar con una mezcla de alcohol y agua.	Tratar la mancha con un poco de detergente, frotar y aclurar. Para las manchas viejas, cepillar con una mezcla de alcohol y agua.
Clara de huevo	Lavar con agua fría. En casos rebeldes dejar en remojo de 1 a 3 horas o lavar con agua templada con detergente bioactivo, dejar reposar durante toda la noche, lavar normalmente.	Lavar con agua fría. En casos rebeldes dejar en remojo de 1 a 3 horas o lavar con agua templada con detergente bioactivo, dejar reposar durante toda la noche, lavar normalmente.
Cola	V. pegamento.	V. pegamento.
Crema y pomadas	Lavar previamente con detergente bioactivo, dejar reposar durante toda la noche, lavar normalmente.	Lavar previamente con detergente bioactivo, dejar reposar durante toda la noche, lavar normalmente.
Crema para zapatos	Empapar con esencia de trementina y disolvente quitamanchas y lavar.	Empapar con esencia de trementina y disolvente quitamanchas y lavar.

Chicle (gomita de mascar)	Emplear un spray especial para chicles o frotar encogida con un cubito de hielo. Las manchas viejas, tratar varias veces, con quitamanchas (V. manchas de resina) y lavar.
Chocolate	Lavar con agua templada y detergente biológico. Repetir si es preciso. En casos rebeldes tratar antes o después con bencina o disolvente quitamanchas.
Destreñido	A veces, estas manchas se quitan lavando la prenda de nuevo. Cuando se trata de un artículo blanco dejar la prenda manchada en un recipiente (de plástico) con una solución de agente blanqueante y soda (sosa Solvay) durante 1/4 de hora. Aclarar luego y lavar normalmente. Precaución para el caso de fibras sintéticas.
Esmalte de Unas	Limpiar con quitaesmaltes o acetona, lavar normalmente. Las fibras de acetato no soporan estos tratamientos.
Frutos	Lavar enseguida con agua fría y después lavar normalmente. Para manchas difíciles ver Plátano.
Grasa	Se disuelve al lavar.
Herrumbre	Con quitamanchas específico antioxido, siguiendo las instrucciones del fabricante.
Helado	Lavar con agua tibia y tratar, si es necesario, con un disolvente quitamanchas.
	Cubrir la mancha fresca con polvos de talco o fécula de patata o con pasta para manchas. Dejar reposar algunas horas. Cepillar. En caso de mancha seca, con quitamanchas.
Hierba	Puede emplearse jugo de limón en lugar de quitamanchas para óxido.
	Humedecer con alcohol y tratar localmente con detergente adecuado y lavar normalmente.

<b>Resina</b>	<b>Tratar con aguarrás o acetona y lavar.</b>	Rascar la resina, tratar con un disolvente quitamanchas; en caso de ruedo, lavar.
<b>Sangre</b>	Lavar cuanto antes con agua fría o ligeramente tibia y un poco de detergente. De este modo, las manchas frescas desaparecen. En caso de mancha vieja, lavar previamente en una solución de detergente bioactivo y dejar en remojo toda la noche, si la mancha es muy fuerte.	
<b>Sudor</b>	Lavar normalmente	Cepillar con vinagre o alcohol diluido.
<b>Té</b>	Como café o cacao. Las manchas muy fuertes o viejas son difíciles de sacar, si el textil no puede hervirse.	
<b>Tinta</b>	Tratar localmente con un paño empapado en alcohol y luego en vinagre, lavar con agua.	Empapar con alcohol y lavar.
<b>Tomate</b>	Aclarar con agua tibia, si es necesario, poner en remojo de 1 a 3 horas en agua tibia y detergente bioactivo, aclarar y lavar normalmente.	
<b>Vino blanco</b>	Aclarar enseguida con agua fría y lavar a continuación normalmente.	
<b>Vela</b>	Ver cera.	
<b>Vino tinto</b>	Empapar enseguida con papel secante absorbente, aclarar y lavar.	Lavar enseguida, después de haber tratado localmente la mancha con jugo de limón.
<b>Yema de huevo</b>	Lavar con jabón en agua tibia.	Dejar secar bien. Raspar con la uña y tratar inmediatamente con disolvente quitamanchas o lavar con agua tibia.
<b>Hollín</b>	<b>Humedecer el tejido, extendiendo encima detergente líquido para prendas delicadas o para vaillla o empastando con detergente en polvo, enrostrar y dejar reposar durante toda la noche. Después lavar normalmente.</b>	
<b>Laca</b>	<b>Limpiar enseguida. Empapar con disolvente sobre una base absorbente (V. manchas de pintura). Normalmente, las manchas secas ya no se quitan.</b>	
<b>Lápiz de labios</b>	Tratar localmente con alcohol y lavar con detergente para prendas delicadas.	
<b>Leche</b>	Poner en remojo en agua tibia con detergente bioactivo de 1 a 3 horas, aclarar y lavar normalmente.	
<b>Moho</b>	Lavar como siempre con detergente que contenga perborato y repetir la operación.	
<b>Nata</b>	Poner en remojo en agua templada con una solución de detergente bioactivo de 1 a 3 horas, aclarar, lavar como siempre.	
<b>Pegamento</b>	Tratar varias veces con acetona (peligro fuego!) o quitaesmalte, lavar. No emplear acetona para los artículos de acetato. Los pegamientos simples pueden eliminarse bien. Las manchas de pegamento a base de dos componentes una vez secas ya no pueden eliminarse. Hay que tratarlas enseguida con acetona.	
<b>Perfume</b>	Tratar localmente con alcohol y lavar con detergente.	Tratar localmente con glicerina caliente y aclarar con agua.
<b>Pintura</b>	Limpiar enseguida con un trapo blanco y limpio de algodón empapado con disolvente (pintura al aceite: con trementina o sucedáneo; pintura sintética: con agua u otro disolvente apropiado) tratar la mancha sobre una superficie absorbente, sin frotar. Para evitar ruedos, empolvlar con talco y cepillar una vez seco. La pintura seca normalmente ya no se quita.	
<b>Plátano</b>	Impregnar con una solución concentrada de detergente, dejar reposar un rato, lavar normalmente.	Lavar enseguida en frío, eventualmente con un poco de detergente para prendas delicadas.
<b>Restos de jabón</b>	Repetir el lavado. No llenar totalmente la lavadora y dosificar correctamente.	

**ANEXO XIII**

**PORCENTAJES CONVENCIONALES HUMEDAD FIBRAS**

**Diario Oficial Unión Europea**

## ANEXO IX

**Porcentajes convencionales utilizados para calcular la masa de las fibras contenidas en un producto textil**

(contemplados en el artículo 19, apartado 3)

Nº de fibras	Fibras	Porcentajes
1-2	Lana y pelo de animales: fibras peinadas <i>(estambre)</i> fibras cardadas	(18,25) 17,00 (l)
3	Pelo de animales: fibras peinadas fibras cardadas	18,25 17,00 (l)
	Crin: fibras peinadas fibras cardadas	16,00 15,00
4	Seda	11,00
5	Algodón: fibras sin tratar fibras Mercerizadas	(8,50) 10,50
6	Miraguano	10,90
7	Lino	(12,00)
8	Cáñamo	12,00
9	Yute	17,00
10	Abacá	14,00
11	Esparto	14,00
12	Coco	13,00
13	Retama	14,00
14	Ramio (fibra blanqueada)	(8,50)
15	Sisal	14,00
16	Sunn	12,00
17	Henequen	14,00
18	Maguey	14,00
19	Acetato	(9,00)
20	Alginato	20,00
21	Cupro	13,00
22	Modal	13,00
23	Proteína	17,00
24	Triacetato	7,00
25	Viscosa	(13,00)
26	Acrílico	(2,00)
27	Clorofibra	2,00

Nº de fibras	Fibras	Porcentajes
28	Fluorofibra	0,00
29	Modacrílico	(2,00)
30	Poliamida o nailon: fibra discontinua filamento	6,25 (5,75)
31	Aramida	8,00
32	Poliimida	3,50
33	Lyocell	13,00
34	Polilactida	1,50
35	Poliéster	(1,50)
36	Polietileno	1,50
37	Polipropileno	2,00
38	Policarbamida	2,00
39	Poliuretano: fibra discontinua filamento	3,50 (3,00)
40	Vinilo	5,00
41	Trivinilo	3,00
42	Elastodieno	(1,00)
43	Elastano	1,50
44	Fibra de vidrio: de un diámetro medio superior a 5 µm de un diámetro medio igual o inferior a 5 µm	2,00 3,00
45	Elastomultiéster	1,50
46	Elastolefina	1,50
47	Melamina	7,00
48	Fibra metálica Fibra metalizada Amianto Hilo de papel	2,00 2,00 2,00 13,75

(<sup>1</sup>) El porcentaje convencional de 17,00 % se aplicará también cuando no se pueda determinar si la lana o el pelo de animal que contenga el producto textil se ha peinado o cardado.

## **ANEXO XIV**

*Rope Constructions.*

## ***Rope Constructions.***

### **(Fabricación de cuerdas y maromas).**

**There are four main rope types. Each of these has a different balance of properties. It is equally important to select the right construction as well as the right yarn.**

- 1. Parallel Yarn**
- 2. Parallel Strand**
- 3. Stranded (Wire Rope Construction)**
- 4. Plaited & Braided**

Rope Design (fibre ropes and steel wire ropes)

TTI provides a complete consultancy service in the field of ropes and cables.

#### **Software**

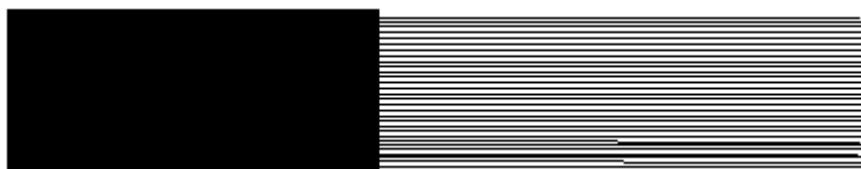
Fibre Rope Modeller, modelling program for rope design and performance prediction

#### **Papers**

Computer Modelling of Large, High-Performance Fiber Rope Properties

Fiber Ropes For Ocean Engineering In the 21st Century

## **Parallel Yarn**



**Construction:** Parallel fibres with an extruded polyethylene jacket

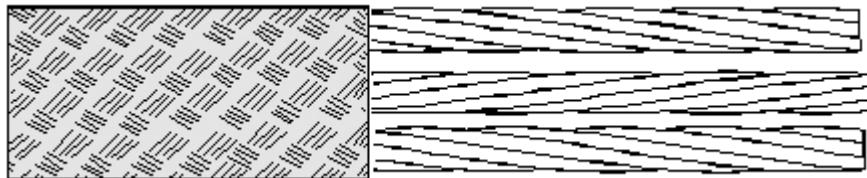
#### **Properties**

- High Strength Conversion
- Highest Modulus
- Generally Terminated With A Barrel And Spike Termination

## **Typical Applications**

- Antenna Guys
- Mooring

## **Parallel Strand (Típicas disposiciones de cuerdas)**



**Construction:** Parallel strands (braided or laid) with a braided fibre jacket (typically polyester)

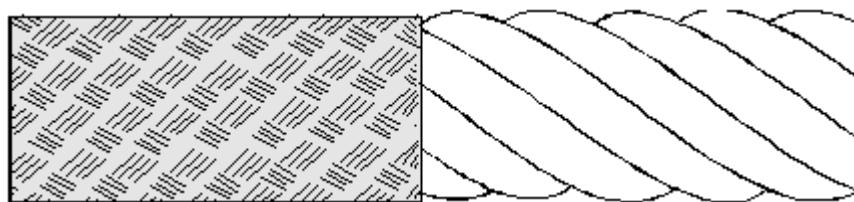
## **Properties**

- High Strength Conversion
- Highest Modulus
- Readily Splicable

## **Typical Applications**

- Floating Platform Mooring

## **Wire Rope Constructions**



**Construction:** Strands laid as in a wire rope. Torque balanced constructions also available

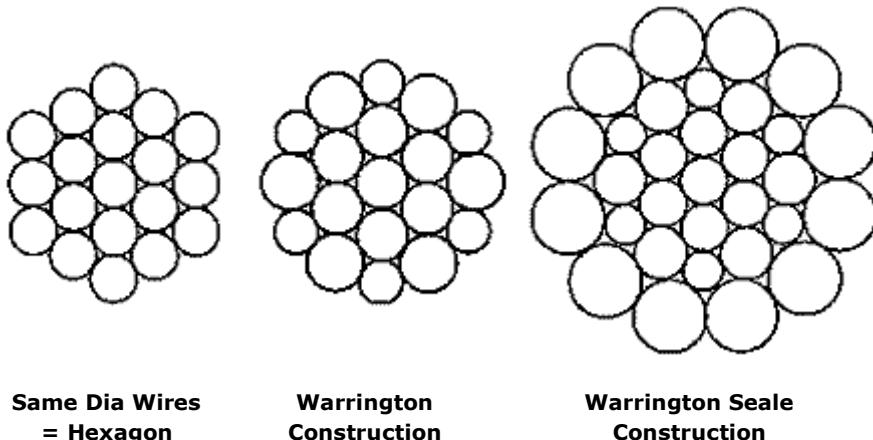
## **Properties**

- High Strength Conversion
- High Modulus
- Readily Splicable
- Best Performance in Cycling over Sheaves

## Typical Applications

- Mooring
- Dynamic Applications such as Lifting

## Typical Wire Rope Strand Constructions



## Plaited



**Construction:** 8 and 12 Plait Braids

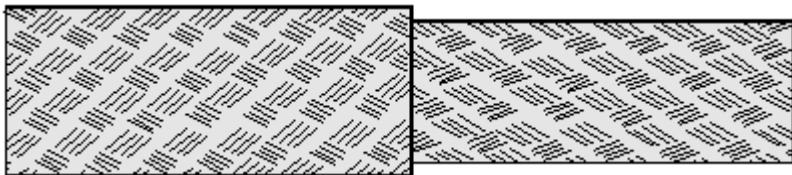
## Properties

- Moderate Strength Conversion
- Moderate Modulus
- Readily Splicable
- Excellent Structural Integrity

## Typical Applications

- Ship Mooring
- General Engineering

## Braided



**Construction:** Single Braid or Braid on Braid

### Properties

- Moderate Strength Conversion
- Moderate Modulus
- Readily Splicable
- Excellent Structural Integrity but Softer than an 8 plait Braid

### Typical Applications

- Ship Mooring
- General Engineering

## Application Formulae

In this section of the website we provide commonly used formulae for a number of rope applications.

The units used in this section are:

$\delta l$  = Rope Elongation (m)

$E.A$  = Modulus of Elasticity \* Area (N/mm<sup>2</sup>)

$\epsilon_b$  = Rope Elongation at Break (%)

$h$  = Distance of Fall to End of  
Unelongated Rope (m)

$K$  = Spring Constant (N/m)

$KE$  = Kinetic Energy (Joules)

$l$  = Rope Length (m)

$m$  = Mass of Load (kg)

$PE$  = Potential Energy (Joules)

$SE$  = Stored Energy (Joules)

$T$  = Tension in Rope (kg)

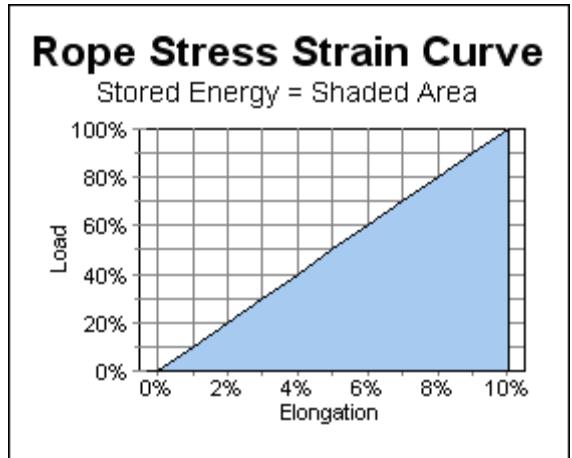
$w$  = Rope Weight (kg/m)

## Energy

### Absorbed Energy

Ropes have to absorb energy if they are to arrest a falling object or prevent an errant vessel from colliding with sensitive equipment. In general the absorbed energy due the rope elongating has to equal the potential or kinetic energy.

Absorbed Energy is the Area Under the Rope Stress Strain Curve



$$SE = \frac{l}{2} 9.81 T \Delta l$$

### Falling Load (Straight Line Approximation)

$$T = \frac{\Delta l}{l \cdot \varepsilon} * 9.81 \cdot BL$$

$$PE \text{ (Potential Energy)} = 9.81 m(h + \Delta)$$

$$\Delta \text{ (to arrest load)} = m + \frac{\sqrt{m^2 + \frac{2 * BL * m * h}{\varepsilon_b * l}}}{BL / (\varepsilon_b * l)}$$

### Absorbing Kinetic Energy (e.g. Moving Ship)

$$KE \text{ (Joules)} = \frac{l}{2} m v^2$$

$$\Delta \text{ (to absorb kinetic energy)} = \sqrt{\frac{KE * 2 * \varepsilon * l}{9.81 * BL}}$$

### Rope Motion

Ropes have three characteristic motions. Often the engineer is interested in the ropes behaviour as a spring and sometimes the strumming frequency. For the sake of completeness the rope as a pendulum is also given.

## Pendulum

$$\text{Frequency } F(\text{Hz}) = \frac{l}{2\pi\sqrt{l/9.81}}$$

## Spring

$$\text{Frequency } F(\text{Hz}) = \frac{1}{2\pi\sqrt{M/(9.81 K)}} \quad K = \frac{E \cdot A}{l}$$

## Strumming (Violin String)

$$\text{Fundamental Frequency } F(\text{Hz}) = \frac{l}{2l} * \sqrt{\frac{T}{w}}$$

## Sag

Overheads lines are subject to considerable sag and this determines the height of pylons. In most overhead line analysis the following parabolic approximations are used.

The units used in this section are:

S = Maximum (Centre) Sag (m)

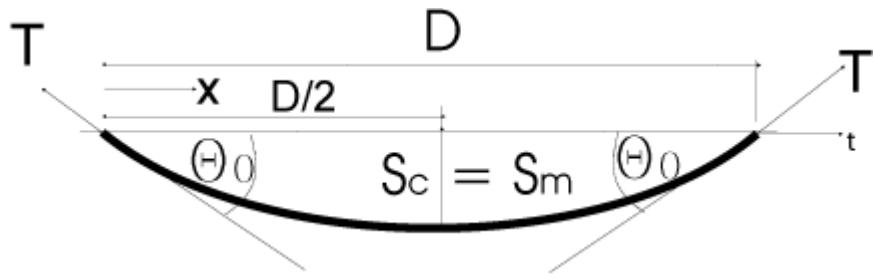
t = Horizontal Component of Rope Tension (N)

W = Rope Weight (N/m)

Where x = horizontal position along D

Where  $\theta_0$  = Angle at support

## Level Span



where

$$\text{Max. Sag } (S_m) = \frac{W \cdot D^2}{8t}$$

## Deflection at any point

$$\text{Sag } (S) = \frac{W \cdot x(D - x)}{2t}$$

$$\tan \theta_0 = \frac{4S}{D}$$

$$T(\text{cable tension}) = \frac{t}{\cos \theta_0}$$

## Rope length

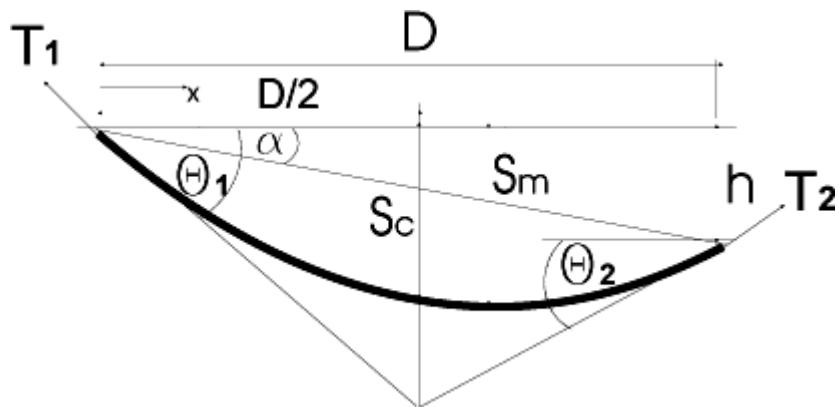
$$L = D + \frac{W^2 \cdot D^3}{24t^2}$$

$$k = \frac{S}{D}$$

$$L = D \left[ \frac{l}{2} \sqrt{1 + 16k^2} + \frac{l}{8k} \log_e(4k + \sqrt{1 + 16k^2}) \right]$$

$$L = L_0 \left( 1 + \frac{T}{BL} \varepsilon_B \right)$$

## Inclined Span



$$\text{Centre Sag } (S_c) = \frac{W \cdot D^2}{8t} + \frac{h}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{2}$$

$$\text{Sag at any point } (S_x) = \frac{Wx(D-x)}{2t} + x \tan \alpha$$

$$\tan \Theta_1 = \frac{wD}{2t} + \tan \alpha$$

$$\tan \Theta_2 = \frac{wD}{2t} - \tan \alpha$$

$$\tan \Theta_x = \frac{w}{t} \left( \frac{D}{2} - x \right) + \tan \alpha$$

$$t = \frac{wD^2}{8S_c - 4h}$$

$$t = \frac{wx(D-x)}{2(S_x - x \tan \alpha)}$$

$$L = \sqrt{D^2 + h^2} \left( 1 + \frac{8}{3} k^2 - \frac{32}{5} k^4 + \frac{256}{7} k^6 \right)$$

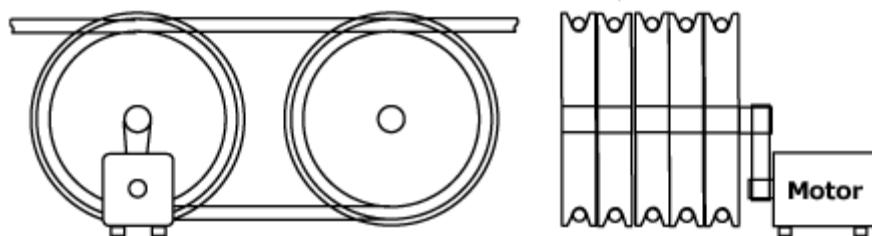
$$T_1 = t \sec \theta_1$$

$$T_2 = t \sec \theta_2$$

## Winching

Ropes lose tension over a pulley or winch and this is limited by the following equation. For a traction winch to work, it is necessary to ensure that the low tension is at least as high as the given in this equation. If it falls below this value the rope will simply slip on the winch.

Traction Winch



### Coefficient of Friction on a Traction Winch

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$$

where:

T<sub>1</sub> = High Tension

T<sub>2</sub> = Low Tension

$\mu$  = Coefficient of Friction

$\alpha$  = Wrap Angle in Radians

## **ANEXO XV**

### **DICCIONARIO TÉRMINOS TEXTILES Y RELACIÓN DE ENSAYOS HABITUALES EN TEJIDOS.**

## DICCIONARIO TÉRMINOS TEXTILES.

**Alfombras:** esquemáticamente la alfombra puede considerarse formada por dos capas diferenciadas: *la felpa* constituida por hilos perpendiculares a la superficie agrupados de dos en dos (penacho) y *basamento*, tejido soporte de los penachos. Para la felpa se utilizan diversas fibras textiles solas o mezcladas, siendo las más empleadas la lana y algunas fibras sintéticas (nylon y acrílicas principalmente). Para el basamento se emplea principalmente el yute. Las alfombras se fabrican mediante procedimientos diversos que dan lugar a estructuras diferentes, con aspecto distinto y propiedades diferentes. Según el procedimiento empleado pueden agruparse en dos tipos básicos: *tejidas*, la felpa y el basamento se tejen al mismo tiempo formando un tejido de dos caras (anudadas a mano, Wilton, Doble pieza, Axminster y Raschel son los tipos más importantes). *No tejidas*, se parte de una tela de basamento ya tejida sobre la que se van formando los penachos, bien introduciendo mediante agujas los hilos de felpa formando bucles (*Tufted*) o bien encolando una capa ondulada de los hilos de felpa (*encoladas o bonded*) o una capa de fibras sueltas (*punzonadas*). En las punzonadas no hay penachos, tienen el aspecto de un fieltro. En cuanto a su aspecto se les llama *bucle* cuando los penachos no se cortan y *velours* o simplemente de pelo cortado, si los penachos se cortan. En las alfombras tejidas puede conseguirse una gran variedad de colores y diseños complejos, por lo que el coste es más elevado, mientras que las no tejidas suelen ser en tonos lisos o efectos de color muy simples.

**Alpaca:** tejido con urdimbre y trama de ligamento tafetán, empleado preferentemente en la confección de trajes para caballero.

**Arpillera:** del francés “serpilliere”. Tejido de yute o estopa de cáñamo, con ligamento tafetán y a veces teletón o esterilla. Se emplea como tela embalaje, confección de sacos, manualidades.

**Astracán:** consta de un tejido de basamento, compuesto generalmente de urdimbre y trama de algodón y una urdimbre de pelo mohair o lana, cuyas bastas se cortan como el terciopelo para formar un pelo muy largo, brillante y rizado, dando al tejido un aspecto parecido a la piel que se importa de Astrackan. Se emplea en abrigos, manguitos y gorros.

**Bastas:** son partes flotantes de hilo de urdimbre o de trama, sobre los hilos adyacentes de la otra serie, dentro de un tejido. La longitud de una basta estará dada por el número de hilos de urdimbre sobre los cuales monta una pasada, o por el número de pasadas sobre las cuales monta un hilo de urdimbre, según los casos.

**Batanado:** operación fundamental en el acabado de los tejidos de lana en que, mediante el uso de jabones alcalinos o ácidos, la presión y el frotamiento, se hace encoger al tejido y se le da aspecto compacto.

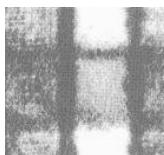
**Batista:** de “Baptiste”, nombre del primer fabricante, residente en la ciudad francesa de Cambray. Tela muy fina de lino o algodón, con ligamento tafetán, blanqueada en pieza ligeramente aprestada y cilíndrica. Se usa para pañuelos de bolsillo, vestidos, camisas, etc.

**Brocado:** del francés “broché”. Tela de seda bordada antiguamente con hilos metálicos, formando dibujos con motivos florales, arabescos, etc. se emplea en tejidos suntuarios y ornamentos religiosos.

**Brocatel:** Es una variedad de damasco, algo grueso, urdimbre de seda y trama de algodón, aunque se emplean otros materiales como lino, estambre, junto con la seda, presentando dibujos ornamentales de varios colores. Se emplea en tapicería, muebles y colgaduras; cuando es totalmente de seda para vestidos.

**Buclé:** Tejido de aspecto abotonado con hilos de fantasía formando bucles, que se emplea para vestidos y abrigos. Los hilos “bouclé” se emplean también para los géneros de punto.

**Calmuc:** Tela algodonosa gruesa, pesada, reversible, de doble selección, peinada en ambos lados con un tejido totalmente cubierto en la cara. La hebra de la urdimbre es medianamente áspera; en la trama hay hilo de Vicuña. La tela es de sarga quebrada. Está tejida en estampados de hoja o por tecnología Jacquard. Se usa en batas, sábanas y en el pasado se usaba para llenar la ropa de invierno.



**Cambray:** Tela blanqueada de algodón, de hilos muy finos con ligamento tafetán. Ha tomado el nombre de la ciudad francesa en donde empezó a fabricarse. Se usa para lencería.

**Cañamazo:** Tejido de cáñamo, lino o algodón en crudo, de muy poca densidad, con ligamento tafetán y fuertemente aprestado con cola para que los hilos no se desplacen y el tejido se mantenga completamente rígido. Este tejido forma mallas muy regulares, cuadradas o rectangulares y sirve de soporte para bordados con hilos de lana u otras materias de varios colores. También se da el mismo nombre a una tela tosca de cáñamo.

**Cardado:** Operación textil que consiste en enderezar parcialmente las fibras y formar con ellas una trama delgada.

**Céfiro:** especie de muselina, clara y fina, generalmente fabricada con algodón de gran calidad tipo *Jumel*, ligamento tafetán, tintada en colores claros. Se usa para blusas, camisas, etc.

**Cloqué:** Tejido con relieve en su superficie, parecido al piqué, que se utiliza para blusas y vestidos.

**Costura:** Lugar en el que dos capas de tela se unen. Se consigue mediante el cosido, el bordado u otros medios de unión. Dependiendo del tipo de costura, podemos distinguir entre bajo de *costura trasera*, *costura de ribete*, *costura solapada* y otros tipos de costura especiales.

**Cotelé:** Tejido hueco, acanalado en sentido longitudinal a base de lana o algodón. Se emplea para trajes, chaquetas, chaquetones y abrigos.

**Crépe, Crep:** Ciertos tejidos de lino y principalmente de algodón, que presentan relieves en la superficie por la superposición de bastas debido al ligamento, imitando un poco el efecto del crespón. Se utiliza en general para mantelería y toallas.

**Crespón:** De crespón o crespado. Tejido de seda, fabricado por primera vez en Bolonia, caracterizado por presentar una superficie arrugada y mate, debido a la poca densidad de urdimbre y trama, y principalmente a la elevada torsión de la trama o de la trama y urdimbre. *El Crespón de China* es un tejido fino, con relieve ligeros. *El Crespón Marroquí* es más pesado y muestra relieve más gruesos. *El Crespón Georgette* es un tejido muy ligero y transparente, mate, de tacto suave. *El Crespón Satín* es un tejido reversible y blando que presenta una cara brillante y la otra mate.

**Cretona:** Del apellido francés “Cretonne”, primer fabricante de este tejido. Tejido de algodón algo grueso, de urdimbre y trama iguales y ligamento tafetán. Blanqueado, estampado, aprestado y cilindrado. Sus aplicaciones normales son vestidos sencillos de señora para campo y playa, cortinas y demás tejidos de carácter doméstico.

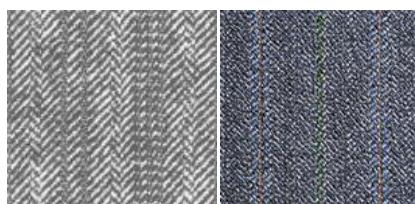
**Curado:** Tejido de algodón, obtenido con el hilo de urdimbre y trama blanqueado antes del tisaje y ligamento tafetán. Se usa para sábanas, camisas, etc.

**Cutí:** tejido de algodón formando listas o bien con dibujos “Jacquard”. Se emplea mucho en confección de telas para colchones.

**Chantung:** tejido elaborado en ocasiones en seda cruda (tipo seda salvaje) que presenta grosorres en forma de flameados típicos.

**Chenilla:** Hilo de pelo que es básicamente una tira estrecha de tela con una superficie de pelo, fabricada con una técnica más compleja que la usada en la producción de la hebra. Está compuesta por 4 o 6 hilos de urdimbre en tela de lino o tejido de gasa, fuera de este los hilos sobresalen para formar una superficie de pelo que está fijada en la forma de O ó de V requerida. El tejido Chenille está realizado en telares especiales de chenille, en los cuales se corta a lo largo, consiguiendo rayas en el tejido en las formas requeridas. Se usa en la producción de tejidos de chenille (usado como efecto en los tejidos de vestidos y abrigos de mujer). Su nombre viene del francés "chenille" (gusano). Otra técnica de producción de chenillé es la inserción de fibras cortas entre dos hilos de apoyo, estabilizando las fibras al retorcerlas. *Tela chenillé:* tejido suave, abultado, de un color, estampado, en tela de lino o tela de gasa, con un pelo creado por una trama de hilos de chenillé tratados especialmente. La tela de chenillé de una cara se usa normalmente en alfombras, y la reversible en toallas, ropa de baño, chales, bufandas y cortinas. Debido a la complejidad de su producción la tela chenille está cayendo en desuso. El nombre del tejido viene de la hebra usada en su producción.

**Cheviot:** Tejido de lana elástico, de peso medio, con una superficie ligeramente brillante; es algo rígido e incluso afilado al tacto. Tiene una apariencia brillante por su tejido de sarga (normalmente quebrado) que forma su estampado *Herringbone* característico. Está hecho con hebras medias-finias cardadas o hilaza. El nombre viene de la oveja de Cheviot, de cuya lana se produce el tejido. Ligamento sarga Batavia y muy ligeramente batanado. Se emplea para trajes.



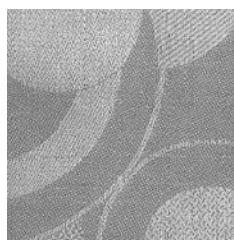
**Chiffón:** Tejido sedoso diáfano, fino, con una superficie granulada; está hecho en tela de lino con hebras de seda natural o fibra sintética en torsión en S y en Z. Se usa en la producción de vestidos ligeros, chales y bufandas.

**Chinos:** Pantalones de algodón de verano hechos normalmente de tejido de crepé de diseño informal. Son más de sport que los pantalones de franela, pero más formales que los vaqueros. Según la ocasión se pueden combinar con una americana o con un jersey.

**Cibelina:** Tela suave de lana con un pelo brillante, hecho de una mezcla de fibras blancas del tipo de la angora o con otras fibras brillantes. El pelo oculta el tejido de fondo, que suele ser lino pero también puede ser de sarga o de satén. Se usa para abrigos de mujer, capas y chaquetones deportivos de hombre. El nombre deriva de la palabra francesa "zibeline" que es la piel de la marta.

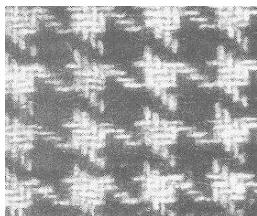


**Damasco:** Tejido algodonoso, y algunas veces de lino, ajustado y brillante fabricado con hebras finas. Está realizado con tecnología de modelo *Jacquard* en tela de satén; alternando la urdimbre y la trama crea una amplia gama de estampados a larga escala. Se usa para la ropa de cama.

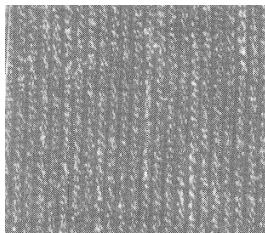


**Denim:** Tela algodonosa asargada, de trama blanca y azul. El *denim* se utiliza para la producción masiva de tejanos muchos de ellos con etiquetas de diseñadores. Material textil resistente, normalmente de tela algodonosa y menos comúnmente de lana intenso al tacto, que tiene nervuras diagonales y una superficie de tejido de sarga indistinta con colores en contraste en la urdimbre y la trama (normalmente la urdimbre azul y la trama blanca). Se usa para pantalones de estilo deportivo y ropa tejana masculina, femenina e infantil. El término "denim" deriva del francés "de Nimes" (de Nimes), la ciudad donde se fabricó por primera vez este tejido para su uso en ropa de trabajo.

**Diseño pata de gallo:** Estampado de dos o más colores que puede ser ligero o de peso medio y hace la forma de una pata de gallo. Está formado por el uso de diferentes colores en la urdimbre y en la trama. También puede ser impreso. Es un diseño elegante usado normalmente en tejidos de lana.



**Dril:** Tela algodonosa que imita al tejido de lana de bajo coste. Es gruesa, de hilo crudo y se produce con hilado *mouliné* cardado en la urdimbre y con hilado de vicuña en la trama, en tejido de sarga. Es de un color característico gris oscuro y tiene rayas verticales. Este tejido se usa para ropa de trabajo y pantalones de bajo coste, también para pantalones y trajes de verano para caballero. También se usa para hilado hecho de desechos del algodón o para telas de baja calidad. Tejido de lino o algodón con ligamento tafetán o sarga. Aunque hay muchas clases el fondo suele imitar el color del lino crudo, con rayas o listas estrechas de color.



**Duchesse (satén fino):** Tejido sedoso pesado, muy brillante por la cara y con una superficie lisa y de alguna forma rígida al tacto. En la urdimbre hay 8 o 12 capas de tela de satén. Algunos tipos están hechos con trama de algodón. El satén fino de seda natural se usa para vestidos de mujer, mientras que el de seda química se usa para forros, trajes regionales o con fines decorativos.

**Duchester:** Tejido algodonoso áspero, grueso y de peso medio hecho de hebras semi-finas trenzadas en la urdimbre, e hilaza en la trama; también puede ser de hilo de Vicuña en tejido con trama de satén. El revés está ligeramente peinado. Se usa para prendas de trabajo y prendas de vestir con fines técnicos.

**Estambre:** Nombre establecido para los tejidos de lana fabricados de hilo de lana cardada y usado en los pantalones y trajes de hombre y mujer así como en vestidos y abrigos. Hilo de lana cardada en el que las fibras están ajustadas hasta que quedan paralelas, dándole su superficie lisa. Está fabricado con lana de oveja, fibras de lana químicas y mezclas de estas. Se usa en la producción de prendas de lana y ropa de punto.

**Estameña:** En lo que a moda se refiere, son las telas de lana finas y ligeras en tela de lino, pensadas para vestidos y blusas veraniegos de mujer. El nombre del tejido deriva de la palabra francesa "*etamine*" (tamiz). Tejido de tela algodonosa fino, diáfano, ligero y distintivo, hecho con hebras finas tejidas bruscamente en tela de lino. Se usa en vestidos y blusas femeninos de verano.

**Etiqueta de ropa:** Modelo de cinta de algodón o hebras viscosas de diversas tramas, en tejido de lino, sarga o satén, con una tela distinta en el borde. Tiene un estampado brillante tejido o impreso y una anchura de 10 a 100mm; se usa para etiquetar la ropa y la ropa interior.

**Faya:** Tejido sedoso relativamente duradero, suave, brillante, de peso medio-alto, con nervaduras trasversales decoradas como si tuvieran un lazo, y en tela de lino. Están hechas con seda fina en la urdimbre y con hilo de seda chappe o hebras de lana peinada en la trama. Usando hebras de distintos colores en la urdimbre y la trama se obtiene un efecto de irisación. El tejido puede tener un estampado moaré transparente. Se usa en vestidos y abrigos de señora y también en la producción de sombreros.

**Felpa:** Del alemán “felbel”, especie de terciopelo. Nombre que toma el terciopelo cuando tiene el pelo largo y poco denso. Fabricada tejiendo hebras de pelo en una fusión de tejido; los rizos formados así, se crean en la cara para crear una superficie con el pelo requerido. Se usa como forro aislante para ropa de abrigo, abrigos y chaquetas. Se denomina *felpa larga* cuando el pelo pasa de 1 cm de longitud.

**Festón:** Forma de corte de una tela de piel fijada en la que sus bordes forman dentadas que sirven para limitar su borde. El festón se realiza con tijeras o como parte de un proceso industrial en una máquina especial.

**Fieltro:** El fieltro no se produce en el telar, sino que está compuesto de fibras de lana dispuestas en todas direcciones y adheridas entre sí por la propiedad que tienen los pelos de enfieltrarse. Presentan el aspecto de paño, algunas veces de más de 1 cm de espesor; se obtiene trabajando las fibras por frotamiento con presión, humedad y calor. Tiene muchas aplicaciones industriales se fabrican sombreros de fieltro con pelo de conejo.

**Franela:** Tejido de lana suave al tacto con una capa gruesa de pelo que cubre parcialmente la tela en la cara y el revés. Está hecho con tela de estambre y con hebras cardadas. Su peso puede variar y se usa en trajes de hombre y trajes y vestidos de mujer. El nombre proviene del galés “*Gwlamen*”, un artículo de lana cuyo nombre derivó en “*flannen*” y más tarde en franela. También tejido de lana, de tacto suave, batanado y perchado. Se fabrica con hilos finos de lana para trajes y abrigos. La franela se produce también con algodón, perchado por una o dos caras y su uso es pijamas, camisas, etc.

**Fresco:** Tejido de lana ligero (o de peso medio) granulado, poroso y resistente, que de alguna forma es áspero al tacto y que tiene una estructura de lino distintiva. Está tejido con estambre y hebras finas cardadas que se giran bruscamente y se trenzan dos o tres veces; a menudo en *mouliné*. Se usa en trajes de hombre. Su nombre deriva del italiano "fresco" (pinturas de la pared) por su superficie granulada.

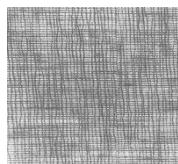
**Friza:** Hebra ornamental con una superficie fina de adornos de espirales cortas; Este efecto ornamental se consigue con el trenzado de dos hilos juntos (base y ornamental). Habría que distinguirla de la onda, que tiene una superficie arrugada con espirales largas. Tejido de lana o sedoso ligero (o de peso medio) con una estructura granulada y ligeramente ondulada en la superficie, acentuada por su disposición transversal. Se hace sobre todo en tela de lino; su apariencia característica se debe al uso de hebras ornamentales. Se usa en vestidos y en abrigos y trajes pesados de mujer. El nombre deriva del francés "friser" (rizar) debido a la superficie encrespada del tejido. También bolitas que se forman sobre los tejidos y le dan aspecto poco estético o envejecido.

**Frunce:** Pliegue o defecto de una prenda de vestir que toma la forma de una distorsión de la forma. Está causada por el corte o un procesamiento incorrecto.

**Gabardina:** Tejido de estambre o de algodón. Acanalado en diagonal y resistente. Se emplea principalmente para trajes, pantalones, trajes de chaqueta, vestidos, abrigos y gabardinas, éstas con tratamiento impermeabilizante.

**Gamuza:** Originalmente tejido de lana, fina y corta, ligamento tafetán, enfieltrado y perchado por ambas caras muy esponjoso y flexible y de color amarillento, imitando la piel de gamuza. Se usa para vestidos, abrigos, etc. Con el algodón también se fabrica un tejido algo más fino, que se utiliza para artículos de limpieza y hogar.

**Gasa:** Del árabe “gazza”. Tela algodonosa airosa, diáfana y ligera. También tela de lino de hebras finas. Se usa en blusas de verano y vestidos, para el servicio de la medicina y, en un formato más grueso, para bordados. También tejido de seda muy liviano y transparente para vestidos y blusas.



**Glacé:** del francés “glacé”. Tejido de seda con cierto aspecto mate y con ligamento tafetán, caracterizado por el ruido como de papel al tocarlo. Se usa para vestidos, cintas, adornos. También tela fina de rayón y algodón a la que se comunica el aspecto y tacto del auténtico glacé de seda, mediante el apresto y las operaciones de acabado adecuadas.

**Guayabera:** Prenda de vestir masculina que cubre la parte superior del cuerpo, ya sea con mangas cortas o largas, adornada con alforzas verticales, y a veces, con bordados, y que llevan bolsillos en la pechera y en los faldones. Se fabrican en tejidos de algodón, lino, seda o en telas sintéticas. Las guayaberás finas constituyen una vestimenta de etiqueta en los países tropicales. Suelen ser portadas en ceremonias solemnes. También se conoce a estas prendas en el resto de países hispanoamericanos como "Chacabanas" "Camisa" o "Guayabana". Las guayaberás son muy populares y usadas en Cuba, República Dominicana, Perú, Puerto Rico, México, Panamá, Ecuador, Venezuela, en el Caribe Colombiano, Centroamérica, Canarias y las Filipinas.

**Guata:** Capa o lámina gruesa de fibras cardadas de algodón, a veces tintada y engomada, en otras ocasiones de fibras sintéticas. Sirve como material de relleno para ciertas confecciones.

**Guipur:** Dibujo bordado sobre un tejido de basamento muy fino que luego se elimina obteniendo así una puntilla bordada. Se emplea para vestidos de noche, de boda y también para accesorios.

**Hilván:** Hebra de estambre de algodón retorcida tres veces y parafinada; se usa como hilo interior para coser a máquina.

**Indiana o India:** Tejido estampado de algodón, con rayados y dibujos sencillos normalmente azul. Es de calidad relativamente baja, con ligamento tafetán. Se usa para batas, blusas y vestidos sencillos de señora.

**Kilt:** El Kilt es el nombre de un tipo de falda masculina confeccionada con un diseño en tartán, que fue popularizada durante el Resurgimiento del siglo XIX en Escocia. Desde finales del siglo XX, el kilt empezó también a ser adoptado progresivamente en el resto de los Países Celtas como una señal de la moderna identidad celta y de revivalismo histórico en ciertos contextos folclóricos.

**Lamé:** Término colectivo para hilos de fantasía brillantes y metálicos. También tejido de seda con una superficie brillante y granulada, creada de hilos de fantasía metálicos que pueden formar un estampado pero que normalmente cubren toda la superficie del tejido.

**Lino o Tela de lino:** Tejido mayoritariamente en ligamento tafetán, con la típica irregularidad de grosor del hilo de lino. Se fabrican imitaciones a base de viscosa.

**Línteres:** Hilos muy cortos y no devanables, que tienen hasta 8mm, obtenidos en las siembras de las plantas de algodón después del desgrane de este. Se usan para la producción de hilos químicos de celulosa regenerada y modificada.

**Loden:** Del tirolés antiguo “*Lodo*” (basto). Tipo de paño de lana que presenta una superficie de pelo largo o corto afelpada que protege frente a la lluvia y se emplea para trajes y abrigos.

**Lona:** De Olonne, población marítima francesa, donde se tejía esta tela. Tejido algodonoso, en ocasiones de cáñamo, con ligamento tafetán, áspero, rústico y algo más pesado de tela de lino con un aspecto de encaje de rejilla característico que recuerda al tejido de Panamá. Se usa para la producción de abrigos y chaquetas normalmente de estilo deportivo. Es muy resistente y casi impermeable. También en su modo más grueso se emplea para velas de barco, toldos, etc.

**Lustrina:** También denominada percalina. Tejido de algodón, imitación burda del que se fabrica con seda, ligamento tafetán, teñido, muy aprestado y fuertemente calandrado, dejando una cara mate y la otra brillante. Se emplea en ferrería, fantasía, adornos, etc.

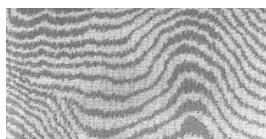
**Melton:** Tejido de lana de peso medio suave y cálido al tacto y que tiene una superficie parcialmente de fieltro, dándole una textura visible de sariana u otro tejido de sarga. Está hecho con estambre cardado, y a menudo estampado con rayas. El melton ligero se usa en trajes de hombre, y las variedades más pesadas en abrigos de mujer y de hombre. El nombre viene de la ciudad inglesa de Melton, donde se fabricó por primera vez este tejido.

**Mezclilla** : Tejido hecho de mezcla de poco cuerpo. También Tela fuerte de algodón que se usaba en la confección de vaqueros: la mezclilla tiene aspecto de tela de saco.



**Mil rayas:** Diseño de tela distintivo por sus rayas verticales de pelo fino en agrupaciones densas. Se usa en tejidos algodonosos, de lana y de seda para gran cantidad de prendas de vestir. El nombre deriva del francés "*mille rays*" (mil rayas) ó rayadillo.

**Moaré:** También se conoce como *muaré*. Tejido sedoso de peso medio, normalmente en tejido de lazo, sobre el que se forman estampados sutiles en un acabado que se parece al de la acuarela, reflejos ondulantes y aguas. Se usa para forros, lazos, vestidos y cubiertas decorativas, forros de maletas, etc.



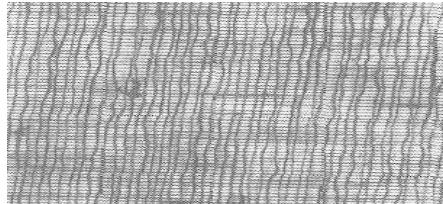
**Muletón:** Tejido grueso y afelpado de algodón, ordinario, pero blando y suave, urdimbre de finura corriente y trama muy gruesa y de poca densidad. Ligamento tafetán o sarga, blanqueado o teñido y muy perchado por las dos caras. Se usa principalmente para mantas y como soporte.

**Mouliné:** Hilo de fantasía de dos hebras sencillas retorcidas de diferentes colores. Tejido de lana de hebras de *mouliné*. Se usa para ropa masculina y femenina.

**Muselina:** Del árabe "muceli". Tejido de algodón, poco tupido, ligero, translúcido y tacto suave. Se emplea para vestidos. La muselina de lana está hecha con hebras de estambre muy finas, y se usa en vestidos de mujer. Está hecha con una urdimbre de algodón y una trama de lana conocida como tela milanesa. La muselina sedosa es un tejido muy fino, suave, airoso y ligero con una densidad fina en tela de lino. Está hecha con hebras ligeramente retorcidas de seda natural, que son normalmente de un color o impresas. El planchado o el calandrado lo hace algo rígido al tacto. Se usa en vestidos y camisas formales de mujer.

**Numeración de los hilos:** Sistema indirecto de cálculo (métrico) el cálculo según la longitud. Muestra cuantas madejas de una longitud de **1000 m** hay en **un kg**. Lo usaban (y algunos lo siguen usando) las industrias textiles de todo el mundo hasta a introducción del sistema **Tex**. La unidad más usada es en realidad el **decitex**, abreviado **dtx**, que es la masa en gramos por cada 10.000 metros de fibra. Había varios sistemas de cálculo para la industria textil (por ejemplo el sistema inglés de cálculo de algodón, lana y lino). **Denier:** unidad de finura para los hilos de rayón, nylon, y fibras de seda; es la masa en gramos de 9000 metros de fibra.

**Organza:** Tejido algodonoso fino e incluso diáfano, ligero y con un ligero recubrimiento. Está hecho en tela de lino y con hebras finas y retorcidas suavemente que pueden hacerse más rígidas añadiéndoles una cantidad considerable de almidón. Se usa para reforzar las prendas de vestir femeninas así como en complementos para la cabeza, para la decoración y en trajes de teatro.



**Organdí:** Tejido de algodón fabricado con hilados muy finos y regulares y ligamento tafetán. El tratamiento químico que recibe, modifica el algodón apergaminándolo y comunicándole una rigidez característica. Transparencia y rigidez, la cual aparece al planchar después del lavado.

**Otomano:** Tejido de lana suave, de peso medio y con nervaduras transversales; está hecho en tela de lino o tejido de lazo de hebras finamente cardadas o retorcidas. Se usa en vestidos y abrigos de mujer. También está hecho de telas algodonosas o sedosas con ligamento tafetán y se usa con fines decorativos. Su nombre viene del francés "*ottomane*", un tejido turco que fue usado para el llamado sillón otomano. Empleado principalmente para vestidos de señora.

**Pana:** Del latín "*pannus*" (pañó). Es el terciopelo por trama. Consta de una urdimbre y una trama, que forman el tejido de basamento y otra trama cuyas bastas se cortan para formar el pelo. La pana puede ser lisa, abordonada y labrada. Después de extraído el tejido del telar, se cortan las bastas, se cepilla, se tiñe, tunde, etc. Se utiliza para trajes, chaquetas, ropa exterior de señora y caballero y decoración.

**Paño:** Tejido de lana cardada, ligamento tafetán o sarga Batavia, muy batanado, tintado en pieza, perchado en el haz y tundido para igualar el pelo. El fieltrado y perchado es muy intenso de forma que no se pueden distinguir los pelos. Se usa para vestidos, chaquetones, abrigos, mesas de juego, etc.

**Pasamanería:** Artículos textiles de formato estrecho obtenidos según las más diversas técnicas. Por ejemplo tapa-puntos, condoncitos, galones, cintas, etc.

**Percal:** Del persa "*percala*" (tela ligera). Tejido de algodón, algo parecido a la cretona, pero de mejor calidad, más fino y de mayor densidad, con ligamento tafetán, blanqueado, teñido en pieza ó estampado y aprestado con cierto brillo. Se usa para vestidos, camisas y otras aplicaciones.

**Parka:** Chaqueta de estilo deportivo que acaba sobre la rodilla y se ajusta en la cintura por medio de un cordón de tela o una cinta elástica. A menudo tiene una capucha. Está hecha de telas de algodón pesado y lona.

**Pashmina:** Tipo de tejido de lana de cachemir; el término se utiliza para referirse a los textiles fabricados con ella, con mezclas de cachemir con otras fibras (como seda) e incluso con fibras artificiales, como viscosa. El nombre proviene de Pashmineh. Esta lana proviene del pelo de la cabra de Cachemira.

**Perchado:** El pelo de algunos tejidos está formado por una capa de extremos fibrosos sobre la superficie de la tela que, mediante el perchado o cepillado mecánico, se separan del tejido lanoso. El perchado originalmente era una operación manual en la que el cardador unía varios cardos secos y con ellos barría, en un movimiento ascendente, la superficie del tejido. Les proporcionaban una acción suave y las púas del cardo rompían antes de causar cualquier daño a las fibras. Las fibras así separadas formaban una pelusa que cambiaba el aspecto y la textura del tejido. Estos cardos todavía se utilizan en acabado a máquina de telas de lana. Se los monta sobre rodillos y se cambian a medida que las púas se desgastan o se rompen.

En el resto de las telas se utilizan rodillos cubiertos por una tela pesada en la cual se incrusta alambre; se llaman rodillos de percha. Los extremos doblados de los alambres apuntan en la dirección que pasa la tela.

**Piqué:** Del francés “piqué” (picado). Tejido generalmente de algodón, formando dibujos geométricos (hexágonos, rombos) debido a relieves producidos por superposición de bastas (piqué en tela sencilla) o más comúnmente, fabricado en telas a dos caras o dobles telas lo que da lugar a dibujos más o menos geométricos en relieve. Estos tejidos suelen ser blanqueados, aunque en ocasiones se tiñen en colores claros. Se usa en la confección de vestidos de niño, señora, adornos, etc.

**Popelina:** La tela sedosa es un tejido liso y ligero con un brillo diáfano en tela de lino. A veces se usa combinado con seda natural, con una hebra fina de lana en la trama, o en una combinación diferente. Se usa en vestidos formales de mujer. Tejido de algodón liso, suave, grueso, de peso medio, hecho en tela de lino; tiene menos densidad en la urdimbre que en la trama, y en esta a veces se usan hebras más gruesas para crear unas nervaduras transversales. Se usa en camisas de hombre y blusas, ropa interior y vestidos de mujer. Su nombre deriva del francés “papelina” (papal), ya que la popelina original con urdimbre de seda y trama de lana se hicieron en *Avignon* y por aquel entonces esta ciudad era donde se asentaba el Papa. Actualmente el popelín se fabrica en algodón peinado y Mercerizado con ligamento tafetán.

**Punto:** Extensión e interconexión de un hilo desde una punzada de la aguja hasta la siguiente; cuando esta acción se repite nos referimos a ella como coser. Podemos distinguir entre las partes visible e invisible del punto, que está escondido en el material de la prenda. Entre las distinciones básicas podemos incluir punto tupido, punto hecho a mano, punto de cadenetaref, punto hecho a máquina, y punto de cierre.

**Raschel:** Género de punto por urdimbre obtenido en las máquinas del mismo nombre, que se usa para fabricación de cortinas, moquetas, redes y otros artículos.

**Raso ó satén:** Del latín “seta” (seda). Tela de seda o con urdimbre de seda o algodón Mercerizado y trama de otras materias, de superficie lisa y lustrosa, por efecto del ligamento raso y de la materia. Muy usado antiguamente para vestidos de señora y decoración.

**Rayadillo:** Especie de dril de algodón, formando listas muy estrechas mediante hilos de color y con ligamento tafetán. Se usa en trajes de verano.

**Reversible:** Tejido en el cual mediante una forma especial de ligamento se obtiene una tela con dos caras utilizables a elección. Se emplea para batas, vestidos, abrigos, mantas, diversa ropa de decoración.

**Rizo:** Tejido de algodón, por su procedimiento especial de tisaje, forma unos anillos o bucles largos que sobresalen por una o ambas caras del tejido. Debido a su constitución tiene un alto poder de absorción del agua por lo que se emplea para toallas, albornoces, etc.

**Sariana:** Tejido tricotina reversible de cuatro capas, creado como una tela de líneas oblícuas en ángulo de 45º. Este tejido se usa a menudo en telas de lana de estambre y hebras cardadas.

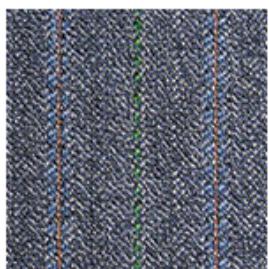
**Sarga:** Tejido con ligamento de sarga, produciendo las líneas diagonales típicas. Se usa para prendas exteriores, forrería, etc.

**Tafetán:** Del persa “tâftah (hilar), “täftek” (brillante). Tejido espeso de hilo fino, ligeramente tieso, que tiene un tacto crujiente como la seda. Se emplea para vestidos de noche y también para abrigos.

**Tartán:** Estampado nacional escocés, usado normalmente en tejidos de lana y que se caracteriza por su precisa adherencia a ciertas normas que se refieren a las composiciones y las proporciones de color. Los tartán escoceses tienen su origen en el vestido regional de los antiguos clanes escoceses; cada clan se distinguía de los otros por los colores y las medidas de los cuadros en su ropa. Algunos clanes tenían ropa de distintas combinaciones de color para llevar en distintas ocasiones. El tartán escocés es uno de los plisados más antiguos y más estéticos en estampados de lana clásica; sus varios tipos también se refieren a los nombres originales de los clanes. Los estampados son populares por su uso en vestidos, faldas, pantalones, trajes y abrigos de mujer; también se usan en los forros de chaquetas deportivas y de maletas, y periódicamente se ponen de moda, como por ejemplo, en las chaquetas de hombre. Su nombre viene del escocés "scotal tartan" (estampado del clan). Otras fuentes dicen que el origen de la palabra es el español "tiritana" (tejido con cuadros pequeños).



**Tejano:** También denominado vaquero, Jeans, "Denim"; es un tejido denso y fuerte de algodón y ligamento sarga. Confeccionados con sarga de Nimes. Se emplea para pantalones, chaquetas, lonas, etc.



**Cheviot**

También conocido en inglés como "tweed". Es la lana del cordero de Escocia, también el paño que se hace con esta lana. Muy utilizado en trajes y prendas de vestir de invierno. Su aspecto es más rástico y áspero al tacto.

**Tejido piqué (nido de abeja):** Del francés picado. Tejido que se tejía exclusivamente en algodón, hoy lo encontramos en otras fibras. Forma dibujos geométricos debido a que está constituido por tres elementos: dos urdimbres y una trama. La urdimbre de delante es más tupida y la de detrás es solo para aguantar la trama. Las dos urdimbres van en plegadores separados, para poder dar durante el tisaje distinta torsión. Con frecuencia se colocan en el interior de la trama unas pasadas de relleno para producir mayor relieve. Hay piqué en tela sencilla como esta muestra o más comúnmente lo fabrican a dos caras. Doble tela. Sus aplicaciones usuales son en ropa hogar, toallas confección señora e infantil. Este tejido suele ser blanqueado pero también se puede encontrar en colores pálidos: amarillos, rosas y celeste.

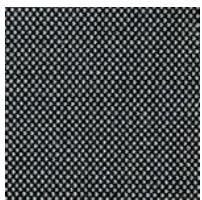


**Tejido de Punto:** también *Tricot*, productos obtenidos mediante costura por cadena en los que las mallas estén constituidas por hilados textiles. Poseen una caída y movilidad características. Se usa para vestidos, prendas de señora, jerseys, etc.

**Tejido espiga:** Aunque también se usa en traje, la espiga es un tejido tradicionalmente utilizado para chaquetas sport, tanto de tweed de lana como de lino.



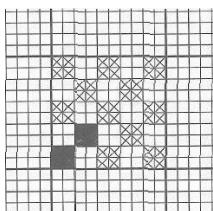
**Tejido ojo perdiz:** Tejido clásico para trajes caballero, sobretodo en tonos grises y azules. Su efecto es muy atractivo y a la vez más discreto que el dibujo de rayas.



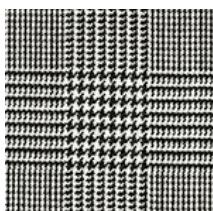
#### Pata de gallo

Se trata de un dibujo inquieto que exige una cuidadosa combinación. Puede encontrarse en distintos colores y escalas. Ideal para chaquetas sport con las que acudir a la oficina.

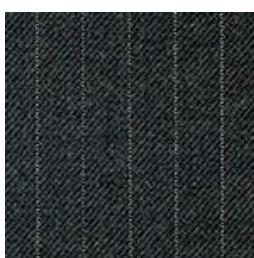
**Tejido de Panamá:** Derivado de la tela de lino, de la cual en esencia se dobla la escala y en cuyos hilos de la urdimbre y la trama se unen en una tela de lino. Se parece a una red. También tejido de algodón con ligamento de esterilla, con poca densidad de trama. Se emplea para tejidos de verano de señora y camisas de caballero.



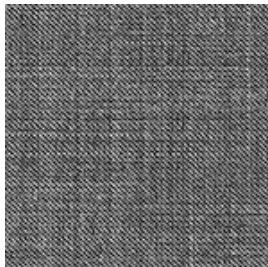
**Tejido príncipe de Gales:** Una combinación de líneas de minipata de gallo con efecto de cuadros.



**Tejido raya diplomática:** Típico diseño para traje caballero, dependiendo del color de fondo, del tipo de raya y la distancia entre ellas, puede ser tan apropiada para diario como para ocasiones especiales.



**Tejido fil a fil:** Diseño para traje caballero; usa una lana muy fina que resulta elegante pero también con aspecto informal debido a que el tono de los hilos no es uniforme.



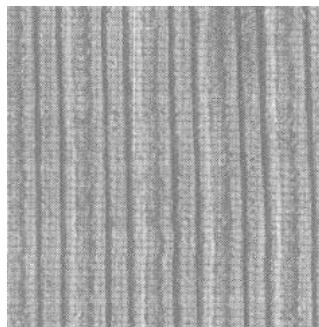
#### Cuadros ventana

Tejido basado en rectángulos o cuadrados, unos dentro de otros o superponiéndose y de diferente tamaño o grosor. Admite más combinación de colores y se da más en chaquetas sport que en traje.

**Tela de lino:** Tejido reversible básico, entrelazado de la forma más simple y más gruesa, en el que la apariencia de la cara y del revés del tejido es la misma. Su patrón más pequeño es 2:2, y en él se entrelazan dos hilos en la urdimbre y otros dos en la trama de diversas formas. Entre los tejidos derivados del lino más comunes están el lazo, el tejido de Panamá, y el tejido parecido al Panamá.

**Terciopelo:** Tejido cuyo haz está cubierto de pelo relativamente corto, tupido y perpendicular a la superficie del tejido. También puede alternar pelo y bucle formando dibujos. Su aspecto puede ser liso, abordonado y labrado.

**Terciopelo de Manchester:** Tejido algodonoso con pelo pesado-medio y acanaladuras verticales (de la misma o diferente anchura y peso) en relieve. De alguna forma resulta burda al tacto. Está hecha con hebras retorcidas suavemente en la urdimbre y hebras sencillas, y algunas veces más burdas en la trama, usando la técnica del terciopelo de Manchester consistente en una urdimbre y dos tramas, de las que una, tras ser cortada, envejecida, estirada, peinada y cortada de nuevo forma una superficie de pelo en relieve. La parte trasera se vuelve más rígida para reforzar. Se usa para ropa de trabajo, de deporte y de niños. Su nombre proviene de la ciudad inglesa de Manchester, un centro bien conocido de la industria algodonera. Véase también *pana*.



**Tisú:** Tejido de seda con hilos metálicos que pasan del haz al envés, tejiendo dibujos Jacquard y algunas veces simplemente bordados. Utilizado para ornamentos de iglesia, prendas de alto valor.

**Tul:** De la ciudad francesa de Tullé donde empezó la fabricación manual de tules, derivados del encaje de bolillos. Hoy en día se obtienen de telares especiales para tul (bobinet) y en telares tipo Raschel y Ketten. Se utiliza para velos, adornos, mantillas, corsetería, etc.

**Tundido:** Operación textil de acabado que tiene la finalidad de pulir la superficie del tejido recortando uniformemente los hilos e imperfecciones que sobresalen.

**Tweed:** Nombre proviene de río escocés. Se trata de un tejido de lana de apariencia voluminosa y fuerte. Cuando el ligamento es tafetán se denomina "Donegal". Se emplea para prendas exteriores de señora y caballero, chaquetas, faldas, etc.

**Velours:** Palabra que en francés significa terciopelo. Actualmente se conocen con este nombre los artículos de tejido de punto de fibra sintética con una superficie que imita el terciopelo de seda. Se utiliza en tapicería y decoración.

**Velvetón:** Tejido grueso de algodón, con ligamento especial, que mediante un perchado y tundido especial, toma una apariencia que imita la *piel de ante*. Se emplea para la confección de prendas exteriores y usos industriales varios.

**Viyella:** franela Viyella, una de las mezclas más antiguas compuesta por un 55% de algodón y un 45% de lana, se tejió en Inglaterra durante muchos años. Su aspecto es el de lana ligera pero no se afieltra y es lavable.

**Voile:** Tejido elástico, ligeramente afilado, poroso, hecho con hebras sencillas retorcidas afiladamente; está hecho en tela de lino de baja densidad que lo hace transparente. Suele ser de un solo color o impreso. Se usa en vestidos y camisas de mujer, y como tejido decorativo. Puede estar procesado como tejido algodonoso, sedoso o de lana. Su nombre viene del francés "voile".

**Zurcido:** Reparación experta de un área dañada de un tejido, llevada a cabo extendiendo un hilo del mismo tejido para que los hilos de la urdimbre y de la trama se mezclen en la tela en concordancia exacta con el tejido y que la reparación no sea visible.

## RELACIÓN DE ENSAYOS TÍPICOS DE LABORATORIO TEXTIL.

(\*) Nivel de dificultad: B (bajo), M (medio), A (alto).

<b>Característica</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Norma - Método</b>	<b>Dificultad</b>
Identificación de fibra textil	Composición: cualitativo	REGLAMENTO (UE) Nº 1007/2011 UNE-EN ISO 1833:2011	A
Cuantificación de fibra textil	Composición: cuantitativo	REGLAMENTO (UE) Nº 1007/2011 UNE-EN ISO 1833:2011	M
Madurez del algodón	Evaluación de la madurez. Método por microscopio	UNE 40141:2003	A
Grado de polimerización de la fibra de algodón.	Calidad del algodón y envejecimiento.	Método viscosimétrico.	A
Densidad lineal de hilos	Nº Tex / denier/otros	UNE 40078	B
Nº de hilos por urdimbre y trama	Grado de tupido	UNE 40075	B
Densidad superficial del tejido o gramaje	Densidad tejidos de calada no elásticos. Masa por unidad de superficie.	UNE 40339:2002 UNE-EN 12127	B
Espesor del tejido	Espesor en recubrimientos textiles y artículos textiles	UNE 40245:1996 UNE-EN ISO 5084	B
Disposición de hilos o ligamento	Estructura tejido: tafetán, sarga y raso.	UNE 40017 UNE 40084 UNE 40161	A
Sentido de torsión del hilo	Torsión en S o en Z	UNE 40014	B
Medida del color y del índice de blancura	Determinación instrumental del color y grado de blanco.	UNE-EN ISO 105-J01 UNE-EN ISO 105-J02:2001	M
Resistencia a la abrasión	Pérdida de masa	Abrasímetro Taber	A
Estabilidad dimensional al lavado	Lavado a temperatura próxima a ebullición. Determinación variaciones dimensionales	UNE 40052:1980 UNE-EN ISO 5077:2008	M

<b>Característica</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Norma – Método</b>	<b>Dificultad</b>
Determinación impermeabilidad, <i>Spray tester</i>	Resistencia al mojado.	UNE-EN ISO 4920	M
Solidez a la perspiración/sudor	Solidez del color a la transpiración	UNE-EN ISO105-E04:2013	M
Solidez al lavado en <i>Linitest</i>	Solidez del color al lavado doméstico y comercial	UNE-EN ISO105-C06:2010	A
Solidez a la limpieza en seco en <i>Linitest</i>	Solidez al lavado con percloroetileno.	UNE-EN ISO105-D01:2010 UNE-EN ISO3175	A
Evaluación grado de aislamiento térmico	Valoración pérdida de calor a través tejido.	Medida del gradiente térmico.	A
Solidez del color a la luz e intemperie, <i>Xenotest 150S</i>	Solidez del color a la intemperie artificial, lámpara de arco de xenón. Idem impregnada muestra con sudor artificial	UNE-EN ISO 105B04:1998 B10:2012 UNE-EN ISO 105B07	A
Etiquetado conservación	Comprobación del etiquetado de conservación	UNE EN-ISO 3758	A
Homogeneidad de dimensiones tallas	Comprobación de dimensiones- tallas	EN 13402	M
Pérdida de color por roce o frote	Solidez color al roce.	UNE-EN ISO 105	M
Pérdida de color por calor y presión	Solidez color al planchado	UNE-EN ISO 105	M
Tendencia a la formación de <i>pilling</i>	Grado de formación de bolitas	Abrasímetro Taber	A
Resistencia a la tracción	Fuerza max. y alargamiento	UNE-EN ISO 13934-1:2013	A

(\*) Nivel de dificultad: B (bajo), M (medio), A (alto).

Característica	Ensayo	Norma – Método	Dificultad
Penachos o bucles en revestimientos textiles. Nudos en una alfombra.	Número de penachos o bucles en un recubrimiento textil.	UNE 40258:1996	A
Índice de metamería de pares de probetas	Determinación índice de metamería de textiles cuando cambia el iluminante.	UNE 40398:1984	A
Solidez color a diversos agentes. Agua, agua clorada, agua de mar, etc.	Solidez del color al agua. Solidez del color al agua de mar. Solidez del color al agua clorada.	UNE-EN ISO 105-E01:2013 UNE-EN ISO 105-E02:2013. UNE-EN ISO 105-E02:2013.	M M M
Solidez color a ácidos y álcalis	Comportamiento frente a disoluciones ligeramente ácidas y básicas.	UNE-EN ISO 105-E05:2010 UNE-EN ISO 105-E06:2007	M M
Solidez color al agua caliente	Comportamiento color al lavado a altas temperaturas	UNE-EN ISO 105-E08:1997	M
Cálculo de diferencias de color	Valoración alteraciones color antes y después ensayo	UNE-EN ISO 105-J03:2010	M
Solidez del color a disolventes orgánicos	Comportamiento color a limpieza con disolvente minerales	UNE-EN ISO 105-X05:1997	M
Resistencia al deslizamiento de los hilos en costuras	Método abertura costura fija.	UNE-EN ISO 13936-1:2004	A

(\*) Nivel de dificultad: B (bajo), M (medio), A (alto).

<b>Característica</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Norma – Método</b>	<b>Dificultad</b>
Resistencia de los tejidos al desgarro	Resistencia al rasgado por dinamómetro	ISO 13937-2	A
Torsión del hilo (vueltas)	Determinación de la torsión del hilo	UNE 40600	M
Anchura y longitud de tejidos.	Determinación de la anchura y longitud de tejidos.	UNE-EN 1773	B
Propiedades fisiológicas	Medida de la resistencia térmica y de la resistencia al vapor de agua	UNE-EN 31092	A
Ropa de protección.	Requisitos generales. Tallaje.	UNE-EN 340:2004	M
Ropa uso sanitario.	Textiles utilizados en el sector sanitario	UNE-ENV 14237:2003	A

(\*) Nivel de dificultad: B (bajo), M (medio), A (alto).

**FIN**