
Tejidos de muy alta densidad por contracción posterior al tisaje

A. Naik (1)
F. López-Amo (2)

0.1 RESUMEN

Conocidas las características de los llamados hilos de alto volumen o H.B., los autores han tratado de aplicarlas a la obtención de tejidos fuertemente densos, al procurar el desarrollo de la capacidad voluminosa de los hilos, después de la construcción del tejido en el telar. Se ha trabajado, experimentalmente, con varios hilos, combinados con variedad de estructura en el tejido. Se han analizado las características de los tipos obtenidos, tratando de buscar las relaciones de dependencia. Y se deducen unas conclusiones como resumen de lo estudiado.

0.2 SUMMARY

Knowing the characteristics of high bulk yarns, H.B., the authors have applied them in the obtention of fabrics with very high sett, achieved after the fabric has been woven. Various yarns in combination with different fabric structure, were used. Characteristic of the fabrics thus obtained are analysed, and corresponding conclusions are derived.

0.3 RESUME

Etant connues les caractéristiques des fils appelés de haut volume («high bulk», H.B.), les auteurs ont essayé de pouvoir les appliquer à l'obtention de tissus fortement serrés, en cherchant le développement de la capacité volumineuse des fils après la construction du tissu sur le métier. Expérimentalement on a travaillé avec plusieurs fils qui on été combinés avec une variété de structures du tissu. Les caractéristiques des plusieurs types de tissus que l'on a obtenu ont été analysées, en essayant de chercher des relations de dépendence. Et l'on déduit des conclusions à manière de résumé de toute l'étude qui a été faite.

(1) Dr. Ing. Arún Naik Kardile. Investigador del Instituto.

(2) Dr. Ing. Federico López-Amo Marín. Secretario General del Instituto. Catedrático de Física Textil en la E.T.S.I.I. de Terrassa.

1. INTRODUCCION

Conseguir un incremento en la voluminosidad de los tejidos hechos de fibras sintéticas, es un motivo de mucho interés, tanto para los fabricantes textiles como para las productoras de fibras.

El espectacular desarrollo de la producción de fibras sintéticas por una parte y el de la tecnología de la producción de tejidos de malla por otra, fueron acelerados por la introducción de hilos texturados de filamento continuo y de los hilados tipo H.B. Estos intentos de conseguir un aumento en la voluminosidad de los productos textiles, comenzaron hace mucho tiempo. Las investigaciones llevadas a cabo durante los últimos años dieron resultados positivos en una mayor producción de artículos textiles conseguidos por tratamiento de acabados y aprestos.

En términos generales podemos decir que la voluminosidad de un tejido es principalmente controlada por: la finura de las fibras, sus propiedades geométricas, la estructura del hilado y finalmente la estructura y la composición del tejido. Los artículos fabricados con hilados H.B. tienen una masa volúmica muy baja, un alto poder aislante, un buen tacto, un mayor poder de cobertura y una relativamente buena capacidad de absorción de humedad.

Se sabe que uno de los factores que más directamente influyen sobre la propiedad de la voluminosidad de un tejido, es la diferencia del potencial de encogimiento entré sus fibras o sus hilados. Los hilados que imparten mayor voluminosidad al tejido, deben estar compuestos por dos distintas clases de fibras que tienen distinto potencial de encogimiento. Esta diferencia debe ser de 18 a 22%, o incluso más, si se quiere conseguir el efecto deseado. Además, es de mucha importancia que las fibras relajadas, no retráctiles, tengan una buena estabilidad contra cualquier tratamiento térmico.

Los dos tipos de fibras, las relajadas y las retráctiles, se mezclan en una proporción determinada. Un tratamiento térmico, generalmente en medio acuoso, o vapor o aire caliente, desarrolla la correspondiente voluminosidad. Durante el proceso de encogimiento, las fibras retráctiles tienden a migrar hacia el interior del hilado y las fibras relajadas ocupan la parte exterior, desarrollando bucles, lo que se traduce en un aumento de la voluminosidad. El grado de aumento depende principalmente de la diferencia del potencial de encogimiento de las dos clases de fibras, pero también depende en parte de la estructura del hilado y de la intensidad de torsión, longitud de la fibra y del proceso seguido en la hilatura.

2. TECNOLOGIAS DE LA VOLUMINOSIDAD DEL HILADO

Inicialmente, se obtenían hilos voluminosos mediante la texturación. Pero esta tecnología no es la adecuada para hilados de fibras. Hoy día existen varias técnicas para voluminizar hilados:

— Desarrollar el volumen del hilado dispuesto en forma de madeja. Esta técnica es la que ha venido empleándose para los hilados con fibras acrílicas;

— Proceso continuo de voluminosidad de hilado durante su producción, que se consigue acoplado a la línea de producción las zonas de relajación y termofijación. Conseguir voluminosidad en el hilado durante las operaciones de doblado y bobinado también es técnicamente posible, pero la regularidad conseguida no es muy alta. Las altas temperaturas de trabajo limitan la velocidad de producción. También existe la posibilidad de que el tratamiento térmico, junto con el proceso mecánico, puedan dañar al hilado.

3. ELABORACION DE LOS HILADOS H.B.

Generalmente los hilados voluminosos («high bulk», H.B.) son relajados al vapor, antes de teñir en forma de madejas. Se preparan las madejas de aproximadamente 400 g de peso, atándolas en tres puntos. Estos puntos de ligadura deben ser suficientemente flojos para que permitan el libre encogimiento de la madeja. Se consiguen resultados óptimos de encogimiento empleando un autoclave con control automático del proceso. Debe evitarse cualquier contacto directo del hilado con la superficie metálica, ya que ésta puede producir zonas planas sin desarrollar el volumen.

El bobinado de las madejas es generalmente seguido de otra operación de rebobinado. Durante el bobinado, un desenrollado incorrecto del hilado puede causar variación de tensiones. Por este motivo, es necesaria la segunda operación de rebobinado: para nivelar cualquiera de estas irregularidades de la tensión. Durante esta última operación, se lubrica el hilado adecuadamente.

Los hilados H.B. pueden ser convertidos en tejidos de malla empleando máquinas normales de punto. Sin embargo, es necesario tomar ciertas precauciones, en especial con respecto a su elasticidad. Es muy importante mantener una tensión constante en todos los puntos y comprobar la longitud de malla preseleccionada. Este control es muy necesario cuando se emplea una máquina circular con varios alimentadores. Cualquier variación puede producir un barrado en el tejido. El ajuste de la máquina debe ser idóneo para conseguir el aspecto y la calidad del tejido deseado.

Los hilados H.B. son aptos para estructuras abiertas como el punto «purl cardigan» o el «rack cardigan», los dibujos remallados, etc. Este tipo de construcción permite al hilado H.B. desarrollar su potencial en los artículos elaborados.

Sin embargo, es mucho más complicada la producción de tejidos de malla elaborados con hilados H.B. en estado crudo, es decir, sin que se haya desarrollado su voluminosidad. (1), (2), (3), (4). El encogimiento se consigue en el tejido de malla por relajación posterior. En este caso, el operario no puede hacer servir su experiencia adquirida solamente con hilados voluminosos, ya que el resultado dependerá de varios parámetros, como la masa lineal, la longitud de malla, y el potencial posterior de encogimiento. Estos parámetros no se pueden determinar con toda la seguridad antes de haber efectuado unos ensayos preliminares, en especial debiendo tener en consideración que el diámetro del hilado aumentará considerablemente al relajar el tejido de malla posteriormente.

La razón por la cual hemos insistido sobre el comportamiento de los hilados H.B. y su conversión en tejidos, es precisamente para justificar el objeto de este estudio. Todas estas precauciones y controles se reducen al mínimo, cuando se emplean hilados H.B. en estado crudo para tejer, como trama, en un telar convencional, sin la necesidad de introducir ninguna modificación. Además, se pueden obtener tejidos con características muy especiales. Por ejemplo, puesto que las fibras acrílicas son termoplásticas, hay el riesgo de formar pliegues debido a un enfriamiento rápido después del tratamiento térmico, lo cual puede influir sobre la densidad y la mano del tejido. Por este motivo, los procesos de descrudado y de enfriamiento deben ser adecuadamente seleccionados con respecto al tiempo de tratamiento. Estas son las únicas precauciones a tener en consideración para emplear hilados H.B. en estado crudo, como trama en tejidos de calada, donde el encogimiento se consigue posteriormente al tisaje.

4.- OBJETIVOS

Después de establecer las condiciones de empleo de los hilados H.B. en estado crudo como trama, el objetivo principal de este trabajo fue el de estudiar los parámetros más importantes de los tejidos fabricados.

Nuestros objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar la influencia de la masa lineal y de la densidad o cuenta de trama sobre la estructura y los parámetros de los tejidos de tafetán y de sarga.
- Establecer una correlación entre distintos parámetros.

5.- MATERIAL EMPLEADO

Urdimbre: hilo de algodón 100%, 33,3 tex. (N_m 30; N_{cat} 17.-).

Trama: cuatro hilados tipo H.B. en estado crudo, cuyas características se indican en la Tabla I.

TABLA I
COMPOSICION Y CARACTERISTICAS DE LOS HILADOS H.B.

<u>Características</u>	<u>Hilado A</u>	<u>Hilado B</u>	<u>Hilado C</u>	<u>Hilado D</u>
<u>Fibra</u>				
Material	100% acrílica	100% acrílica	100% acrílica	100% acrílica
Finura (dtex)	3,3	3,3	5,-	6,2
Longitud (mm) de corte	150	150	150	150
<u>Hilados</u>				
Proporción de fibras				
retráctiles	40/60	40/60	40/60	40/60
Masa lineal (tex)	38	58	86	165
Número (Nm)	2/54	2/38	2/23	2/12
C.V. (%)	1,69	0,85	0,59	0,96
Torsión (V/m)	522	425	330	194

6.- PARTE EXPERIMENTAL

Ya que las propiedades mecánicas de los tejidos vienen influidas por una combinación de varias características estructurales, se preparó una serie de tejidos variando el ligamento, la densidad de trama y la masa lineal de los hilados H.B.

Se empleó un plegador de hilos de algodón de 33,3 tex. (N_m 30). Las muestras de tejidos fueron obtenidas empleando dos distintos ligamentos: Tafetán y sarga. Por cada ligamento se prepararon tres tejidos con tres distintas densidades de trama y empleando los cuatro hilados H.B. De esta manera, el número total de tejidos preparados fue de 24.

Estos 24 tejidos fueron descrudados en unas condiciones preestablecidas para que el hilado H.B. desarrolle su volumen. Estos tejidos posteriormente fueron termofijados a 120°C. y con un tiempo de 40 segundos.

6.1.- EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE LOS TEJIDOS

Todos los tejidos fueron acondicionados en ambiente normalizado antes de determinar sus parámetros. Los tejidos producidos tienen un aspecto totalmente distinto con respecto a los tejidos convencionales de iguales características. Los parámetros fueron medidos sobre los tejidos, antes y después de descrudados y termofijados.

Se determinaron los siguientes **parámetros estructurales** de los tejidos:

- Masa laminar (g/m^2),
- Densidades o cuentas de urdimbre y trama,
- Espesor o grueso (mm),
- Compresibilidad absoluta (mm) y relativa (%),
- Coeficiente de cobertura o tupa,
- Ondulación en los hilos (%), y
- Contracciones en sentidos de urdimbre y de trama (%);

determinándose igualmente, los siguientes **parámetros funcionales**:

- Rigidez a la flexión (mg/cm),
- Permeabilidad al aire (ml/s por cm H₂O por cm^2),
- Resistencia a la tracción (kgf).
- Alargamiento de rotura (%),
- Recuperación tras arrugado (grados),
- Resistencia a la abrasión (ciclos), y
- «Pilling» o pildeo.

6.2.- RESULTADOS

6.2.1.- PARAMETROS ESTRUCTURALES

Las tablas 2 y 3 indican los valores de estas características medidas sobre tejidos sin relajar o relajados.

6.2.1.1.- MASA LAMINAR (g/m^2)

Se observa que el aumento conseguido en el valor de la masa laminar por el tratamiento de descrudado de los tejidos, es del orden del 35% en el caso de los tejidos tafetán, y del 40% en los de sarga.

TABLA 2
PROPIEDADES DIMENSIONALES DE LOS TEJIDOS TAFETÁN RELAJADOS

Muestra	Masa laminar g/m ²	Hilos por cm ²		Espesor mm	Compresibilidad		Tupa		Ondulación en hilos %		Contracción en tejido %	
		Urdimbre	Trama		absoluta mm	relativa %	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama
A-I	210	25	9,7	0,667	0,089	15,4	119,35	6,07	10,20	9,91	7,7	25,0
A-II	244	25,5	19,5	0,738	0,086	13,2	121,74	95,99	15,25	16,67	7,3	25,4
A-III	308	26,5	26,5	0,817	0,075	13,1	126,51	164,01	17,05	22,30	6,7	26,3
B-I	230	24,7	9,5	0,722	0,076	11,75	117,90	73,69	13,27	11,74	5,0	25,3
B-II	285	24,5	15,5	0,850	0,096	12,73	116,85	118,60	16,18	13,70	6,7	25,7
B-III	360	26,0	22,5	0,939	0,080	9,31	124,12	172,16	6,54	17,36	6,3	26,7
C-I	265	24,5	9,7	0,836	0,094	12,67	116,97	90,95	15,04	9,67	4,3	25,0
C-II	312	25,5	16,0	0,969	0,124	15,36	121,72	150,02	14,31	18,50	4,7	27,1
C-III	419	26,0	20,7	1,043	0,081	8,42	124,19	194,09	16,46	22,90	5,3	27,2
D-I	362	23,7	10,0	1,103	0,107	10,74	113,15	129,45	20,45	11,27	7,0	21,0
D-II	440	24,0	12,5	1,223	0,112	10,08	114,58	161,81	21,69	13,79	7,0	21,2
D-III	533	24,7	16,7	1,246	0,090	7,79	117,92	216,18	20,00	15,75	3,3	24,3

A-38 tex (H.F.), B-58 tex (H.B.), C-87 tex (H.B.), D-165 tex (H.B) (hilos sin relajación)
I- densidad de trama baja; II- densidad de trama mediana; III- densidad de trama alta.

TABLA 3
PROPIEDADES DIMENSIONALES DE LOS TEJIDOS DE SARGA RELAJADOS

Muestra	Masa laminar g/m ²	Hilos por cm ²		Espesor mm	Compresibilidad		Tupa		Ondulación en hilos %		Contracción en tejido %	
		Urdimbre	Trama		absoluta mm	relativa %	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama
A-I	216	24	10,5	0,636	0,062	10,8	114,5	65,02	14	15	5	24
A-II	246	24,5	17,0	0,618	0,048	8,4	115,9	105,28	18	20	5,3	23,3
A-III	267	25	19	0,613	0,049	8,7	119,3	108,99	17	21	6,7	23
B-I	234	24	10	0,705	0,066	10,3	114,58	76,58	17,2	14,8	6	23,7
B-II	288	24,5	16,5	0,683	0,021	8,9	116,97	126,25	20	17,3	5	24
B-III	300	24,5	17,8	0,662	0,056	9,3	116,97	139,19	20	13,3	7	22,7
C-I	251	23,8	9,5	0,799	0,084	11,75	113,63	89,01	18,5	9,4	6	23,3
C-II	304	24,2	12	0,802	0,058	7,8	115,54	112,51	21,3	12,3	4,3	24,7
C-III	345	25	14,5	0,788	0,060	8,2	119,35	135,95	22,1	16	6	24,8
D-I	329	22,2	8,5	0,962	0,080	9,07	105,9	110,0	24,4	7,5	8	20,7
D-II	358	23	9,7	0,966	0,075	8,42	125,2	125,6	23,7	9,3	6,3	23
D-III	403	22	12,5	0,855	0,044	5,43	105,3	161,8	24,1	7,2	4,7	18,7

A-38 tex (H.B.), B-58 tex (H.B.), C-87 tex (H.B.), D-165 tex (H.B) (hilos sin relajación)
I- densidad de trama baja; II- densidad de trama mediana; III- densidad de trama alta.

Tal como era de esperar, la masa laminar aumenta con el aumento en la masa lineal del hilado de trama.

Comparando la masa laminar de los tejidos de tafetán y de sarga, se ha observado que para los hilados A y B, los tejidos tafetán son más pesados que los de sarga, mientras para los hilados C y D, los de sarga son más pesados que los de tafetán.

6.212.- DENSIDAD O CUENTA DE URDIMBRE Y DE TRAMA

La densidad de urdimbre fue mantenida constante durante el tisaje y por lo mismo, en el tejido sin descruar. (18,5 hilos/cm.). Los tejidos fueron obtenidos bajo tres distintas densidades de trama.

El proceso de descruado de los tejidos permite la relajación de los hilos H.B., desarrollando una contracción en sentido de trama del orden de un 25%. Esta contracción hace incrementar la densidad de urdimbre.

En los tejidos tafetán, el encogimiento observado en el sentido de urdimbre es relativamente bajo y del orden de 4,5%. Este encogimiento aumenta ligeramente la densidad de la trama.

El encogimiento registrado en el sentido de urdimbre en los tejidos de sarga, es ligeramente menor que en los de tafetán, y es del orden de 7%.

A medida que aumenta la masa lineal de los hilos H.B., la densidad de trama (pasadas por cm. en el tejido), disminuye.

6.213.- ESPESOR O GRUESO

El espesor de los tejidos fue medido según la norma ASTM D 1777. Para los tejidos de tafetán, se ha observado que a medida que aumenta la densidad de trama, el espesor disminuye, mientras que aumentando el título de los hilos, el espesor aumenta. Estos comentarios son válidos tanto para los tejidos crudos como para los descruados. El proceso de relajación aumenta el espesor de los tejidos y es del orden de un 26% para los tejidos cuya densidad de trama es baja y mediana, mientras que para los tejidos de alta densidad de trama, este aumento en el espesor del tejido es del orden del 37%. Esto puede tener la siguiente explicación: cuando la densidad de trama es baja, los hilos H.B. disponen de suficiente espacio para desarrollar su volumen y, de esta manera, contribuir al aumento en el espesor del tejido. Mientras que en los tejidos en que la densidad de trama es alta originalmente, al relajarse, el volumen desarrollado por los hilos de trama no dispone de suficiente espacio y, como consecuencia, estos hilos cubren a los de urdimbre, resultando un efecto típico de la voluminosidad del tejido.

En los tejidos de sarga observamos que al aumentar la densidad de trama, el espesor del tejido aumenta. La masa lineal de los hilos H.B. manifiesta una influencia análoga. Cuando los tejidos son sometidos a una relajación, el aumento conseguido en el espesor es del orden del 50% en el caso de densidad de trama baja; es del 60% para densidades medianas, y del orden del 70% para los de densidades altas. Debido a la estructura del tejido, los hilos H.B. tienen suficiente libertad de movimiento para que puedan desarrollar todo su volumen.

6.214.- COMPRESIBILIDADES ABSOLUTA Y RELATIVA

Para calcular la comprensibilidad absoluta y relativa, el espesor del tejido fue medido bajo dos distintas presiones:

espesor ϵ , bajo la presión p ;

espesor ϵ' , bajo la presión $p' = 5 p$.

Y así,

Comprensibilidad absoluta, $C_A = \epsilon - \epsilon' \text{ [mm]}, y$

Comprensibilidad relativa, $C_R = \frac{\epsilon - \epsilon'}{\epsilon} \cdot 100 = 100(1 - \frac{\epsilon'}{\epsilon}) \text{ [%]}$

Se ha observado que en los tejidos tafetán, al aumentar la densidad de trama, aumenta la comprensibilidad absoluta y la relativa.

La misma observación es válida para los tejidos de sarga, pero el aumento conseguido es relativamente mucho más elevado.

6.215.- COEFICIENTE DE COBERTURA O TUPA

El coeficiente de cobertura para hilos de urdimbre y trama fue calculado empleando la siguiente expresión: (5)

$$\Theta = \text{hilos/cm} \cdot \sqrt{\frac{M \text{ tex}}{\text{densidad del hilo}}}$$

En los tejidos tafetán, la tupa por urdimbre es más elevada que por trama para los hilos A y B, mientras para los hilos gruesos C y D, por trama es predominante. A medida que aumenta la densidad de trama, el coeficiente de cobertura por urdimbre tiende a aumentar, mientras que la variación del título de los hilos de trama no ejerce una influencia significativa sobre la tupa de urdimbre.

Con respecto al coeficiente de cobertura por trama, se puede comentar que es muy significativamente influido, tanto por la densidad de trama como por la masa lineal de sus hilos. El máximo valor de la tupa por trama corresponde al hilo D en tejido con máxima densidad de trama.

En los tejidos de sarga, para hilos finos y con una densidad de trama baja, el coeficiente de cobertura para urdimbre es más elevado que el de trama, mientras que para los hilos gruesos y alta densidad de trama, el coeficiente de cobertura por trama es más elevado que el de urdimbre.

Un aumento considerable en el coeficiente de cobertura del tejido, nos indica que el hilo (o la fibra) que domina en el aspecto del tejido es de materia acrílica, mientras los hilos de algodón (de urdimbre) que se quedan en el interior del tejido, dan un carácter hidrofílico del que las fibras acrílicas carecen. Una de las características importantes de estas fibras acrílicas (que actúa negativamente) es su fácil capacidad de acumular la carga electrostática. En el caso de los tejidos aquí estudiados, en que se han empleado hilos de algodón como urdimbre, la acumulación de esta carga ha sido casi nula. Esto fue comprobado midiendo el tiempo medio de descarga, en el aparato «Static Volt Meter R-1020».

6.216 ONDULACIONES DE LOS HILOS

La ondulación en los hilos de los tejidos de calada es un parámetro importante de la estructura del tejido, e influye sobre casi todas sus otras características estructurales. Esta ondulación depende de varios factores: la voluminosidad del hilo, su rigidez a la flexión, las condiciones de construcción y diseño del tejido. Para medir esta característica, hemos empleado la siguiente técnica:

Del tejido se cortan dos tiras de algo más de 40 cm. de longitud y de 25 mm de anchura, una en el sentido de la urdimbre y la otra en el de la trama. Con cada una de ellas se actúa como sigue: situada sobre la mesa, perpendicularmente a uno de sus

bordes, se deja que un extremo sobresalga colgando algo más de 5 cm; se sujeta el otro extremo sobre la mesa mediante un peso de 500 g. o más y el extremo colgante se carga aproximadamente con una cuarta parte de la masa laminar (g/cm²) del tejido, durante 5 minutos. Transcurrido ese tiempo, se cubre la tira con una regla metálica de exactamente 300 mm de longitud, y por sus extremidades, con cuchilla de afeitar, se corta la tira, quedando la parte central con esta última longitud. Se extraen ahora con cuidado los hilos longitudinales de esta tira central (que sobre ella eran de 300 mm) y, sometidos a una tensión de 0,5 cN/tex se les mide sobre un «mallímetro» o utensilio similar.

La contracción del hilo por ondulación en el tejido, se calcula mediante la expresión,

$$C_o = 100 \cdot \frac{L - 300}{300} = \frac{L}{3} - 100 \quad (\%),$$

donde L es la longitud extendida del hilo

Debido al elevado grado de encogimiento de los hilos H.B., se introduce una fuerte ondulación en los hilos de urdimbre y de trama. Esta intensidad de ondulación es casi imposible de conseguir en tejidos convencionales.

Se ha observado que en los tejidos tafetán, la ondulación en los hilos de urdimbre para una densidad determinada de trama, aumenta considerablemente a medida que aumenta el título del hilo de trama.

Este aumento está comprendido entre 14 y 24%, mientras que la ondulación en los hilos de trama disminuye al aumentar su propio título. La influencia de la densidad de trama sobre la ondulación introducida no es muy significativa.

En los tejidos de sarga se ha observado que los hilos gruesos de trama introducen más ondulación en los hilos de urdimbre. La influencia de la densidad de trama sobre la intensidad de ondulación no es significativa.

Con respecto a la ondulación introducida en los hilos de trama, se puede decir que aumenta a medida que aumenta la densidad de trama, mientras que disminuye cuando aumenta el título de estos hilos.

6.217 ESTABILIDAD DIMENSIONAL

La contracción sufrida por el tejido en los sentidos de urdimbre y de trama, fue determinada según norma ASTM D 1905. Este cambio en el tejido, cuando permanece, es conocido como «estabilidad» dimensional», que refleja su capacidad de resistir posibles deformaciones durante los lavados domésticos posteriores.

Empleando una plantilla de 300 x 300 mm, se marcaron las muestras de tejidos en sentido de urdimbre y trama. A continuación fueron relajados y después de acondicionar en ambiente normalizado, se midieron las contracciones sufridas en ambos sentidos:

$$\text{Contracción \%} = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100$$

Donde D₁ = dimensión original marcada

D₂ = dimensión entre marcas después de la relajación.

En los tejidos tafetán, la contracción sufrida en el sentido de urdimbre es del orden de 6%, y no se ha observado influencia de la densidad de trama ni de su masa li-

neal, mientras que la contracción conseguida en sentido de trama es del orden de 24%

En los tejidos de sarga se observó una influencia análoga con la particularidad de que la contracción en sentido de trama es algo superior.

6.22 PARAMETROS FUNCIONALES

Las Tablas IV y V resumen los valores experimentales de los parámetros que hemos considerado.

6.221 RIGIDEZ A LA FLEXION

La rigidez a la flexión fue determinada según la norma ASTM D 1388. En realidad es una medida de la interacción entre la masa laminar y la rigidez del tejido; y refleja la acción de la gravedad sobre una tira de tejido en voladizo.

Se calcula empleando la siguiente expresión:

$$R = 0.0125 \cdot M \cdot l^3 \text{ (mg/cm)}$$

donde M, es la masa laminar del tejido, en g/m², y l, es la longitud saliente en voladizo, en cm, de la tira de tejido, en el sentido de la urdimbre o en el de la trama.

La rigidez total del tejido, se considera

$$R_T = \sqrt{R_u \cdot R_t} = 0,0125 \cdot M \cdot \sqrt{l_u^3 \cdot l_t^3}$$

Algunos autores (6) han considerado que los factores que influyen sobre la rigidez del tejido son: grueso o espesor, masa laminar, ondulación en hilos de urdimbre y trama, y las densidades respectivas.

En los tejidos tafetán, la rigidez a la flexión en sentido de urdimbre correspondiente a baja densidad de trama con hilos finos, es superior a la rigidez en sentido de trama; mientras que para los tejidos con hilos medianos y gruesos de trama, la rigidez en sentido de urdimbre es inferior a la de trama.

Considerando la rigidez total del tejido, podemos decir que ésta aumenta a medida que aumenta la masa lineal de los hilos de trama.

Una influencia similar se ha observado en tejidos de sarga. Comparando los tejidos tafetán y sarga, se puede decir que los primeros son más rígidos.

6.222 PERMEABILIDAD AL AIRE

La permeabilidad al aire de una capa de material poroso es la medida de la velocidad de flujo bajo una presión diferencial entre sus dos caras.

Es un parámetro importante para productos textiles, como filtros, tejidos para vestimenta, lonas, velas, tejidos para paracaidistas, etc. En los filtros, por ejemplo, la permeabilidad al aire está directamente relacionada con la eficiencia (7) (diferencia de presión entre las dos superficies del filtro en uso). Las condiciones y las variables de los procesos de aprestos y acabados influyen muy significativamente sobre el valor de permeabilidad de un tejido. La ondulación en los hilos de urdimbre y de trama, y el tipo de ligamento, influyen sobre el espacio entre hilos y su forma. En tejidos destinados a vestimenta, Wallenberger (8) considera la permeabilidad al aire como una de los seis importantes factores del confort. Las propiedades estructura-

TABLA 4
PARAMETROS FUNCIONALES DE LOS TEJIDOS TAFETÁN RELAJADOS

Muestra	Rigidez a la flexión			Permeabilidad al aire ml/s/cm H ₂ O	Resistencia a la tracción Kg f		Alargamiento a la tracción %		Recuperación tras arrugado		Resistencia a la abrasión	Pileo	
	Urdimbre	Trama	Tejido		Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama		ASTM	RGP
A-I	16,89	5,38	9,53	29,0	82,5	21,0	7,7	6,9	124,2	153,5	770	3	3
A-II	22,26	9,49	14,53	10,5	92,5	21,5	8,7	9,5	120,6	150,8	740	4	2
A-III	35,56	35,15	35,40	3,0	99,0	42,5	7,1	12,5	116,8	142,4	1960	5	1
B-I	16,49	7,23	10,92	22,0	86,5	20,0	7,7	6,8	119,4	154,2	583	3	3
B-II	23,67	17,5	20,35	9,5	90,5	30,5	9,3	8,2	121,2	149,8	1939	4	2
B-III	45,35	51,94	48,53	3,0	90,0	65,5	7,8	12,9	112,6	142,2	2925	5	1
C-I	18,68	17,45	18,05	25,0	90,5	27,0	8,4	6,1	123,4	158,4	2423	3	3
C-II	31,20	35,88	33,46	8,2	98,0	38,6	8,8	8,4	124,6	153,8	1723	4	2
C-III	48,50	101,95	70,32	2,5	103,5	84,5	9,4	15,3	114,2	143,8	4396	5	1
D-I	23,05	44,35	31,97	27,0	77,0	53,5	11,8	10,2	124,0	159,6	7593	3	3
D-II	28,46	79,90	47,70	11,5	78,4	98,4	12,3	12,1	121,4	155,0	13056	3	3
D-III	61,70	218,32	116,06	3,0	98,2	151,1	12,1	16,4	112,4	145,6	8611	4	2

A-38 tex (H.B), B-56 tex (H.B), C-87 tex (H.B), D-165 tex (H.B) (hilos sin relajación)
I- densidad de trama baja; II- densidad de trama mediana; III- densidad de trama alta.

TABLA 5
PARAMETROS FUNCIONALES DE LOS TEJIDOS DE SARGA RELAJADOS

Muestra	Rigidez a la flexión			Permeabilidad al aire ml/s/cm H ₂ O	Resistencia a la tracción Kg f		Alargamiento a la tracción %		Recuperación tras arrugado		Resistencia a la abrasión	Pileo	
	Urdimbre	Trama	Tejido		Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama		ASTM	RGP
A-I	18,8	8,57	13,7	9,0	90,5	22,5	8,8	8,3	127,6	150,5	872	4	2
A-II	25,3	25,31	25,3	3,0	86,0	33,0	9,7	10,8	125,0	147,0	1122	5	1
A-III	39,0	41,1	40,0	2,0	94,0	38,0	9,1	12,5	109,6	142,0	1074	5	1
B-I	17,9	14,6	16,2	8,0	95,0	27,5	9,6	8,2	119,4	151,6	1556	4	2
B-II	33,8	51,0	41,5	2,5	77,5	45,0	9,6	11,3	113,2	143,2	2014	5	1
B-III	53,0	82,3	66,1	1,5	86,0	52,0	9,4	11,5	113,8	135,6	1952	5	1
C-I	16,2	18,6	17,4	13,0	86,5	31,0	9,5	9,2	122,4	156,8	1937	3	3
C-II	26,5	49,9	36,4	5,0	80,0	44,5	10,6	10,0	114,1	148,4	2351	4	2
C-III	36,5	154,9	78,9	2,5	76,0	63,5	10,0	11,5	110,2	139,2	3120	5	1
D-I	19,1	54,0	32,1	14,0	76,5	48,0	11,0	10,0	122,8	148,2	4324	3	3
D-II	24,5	68,3	40,9	10,0	72,5	58,5	11,8	10,9	119,8	148,0	4433	4	2
D-III	39,7	142,9	98,2	3,0	74,0	83,5	12,0	11,2	111,8	145,3	4873	5	1

A-38 tex (H.B), B-56 tex (H.B), C-87 tex (H.B), D-165 tex (H.B) (hilos sin relajación)
I- densidad de trama baja; II- densidad de trama mediana; III- densidad de trama alta.

les de los hilos que influyen sobre el valor de la permeabilidad son: la intensidad de torsión y el rizado en las fibras.

La permeabilidad de los tejidos en este estudio fue medida según la norma ASTM D 737.

Los valores de permeabilidad al aire medidos a distintas presiones de columna de agua, están representados gráficamente en las figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Ya que el hilo de urdimbre ha sido el mismo en todas las muestras obtenidas, las variaciones en los valores de permeabilidad al aire deben atribuirse directamente a la influencia de la trama.

Para los tejidos tafetán, la influencia del descrutado sobre este parámetro es muy significativa, reduciéndola a un 15% de la primitiva. Esta disminución es considerada excepcionalmente fuera de serie y es posible conseguirla solamente en estos tipos de tejidos, sin aplicar ningún tratamiento de apresto y acabado. Tal como era de esperar, en los tejidos relajados, el valor de la permeabilidad al aire disminuye a medida que aumenta la densidad de trama, mientras que no se observó influencia significativa de la masa lineal de trama. Durante el proceso de descrutado, los hilos H.B. se voluminizan y llenan los espacios vacíos en el tejido; y puesto que la permeabilidad al aire de estos tejidos permanece independiente de la masa lineal del hilo de trama, se pueden elaborar tejidos finos y tejidos gruesos con el mismo valor de permeabilidad al aire. Esto no sería posible en circunstancias normales, según la teoría y construcción del tejido.

Los valores de permeabilidad al aire de los tejidos de sarga para unas densidades de trama baja y mediana, son mucho más altos que los de los tejidos de tafetán, mientras que para las altas densidades de trama, los valores para ambos tejidos son prácticamente iguales.

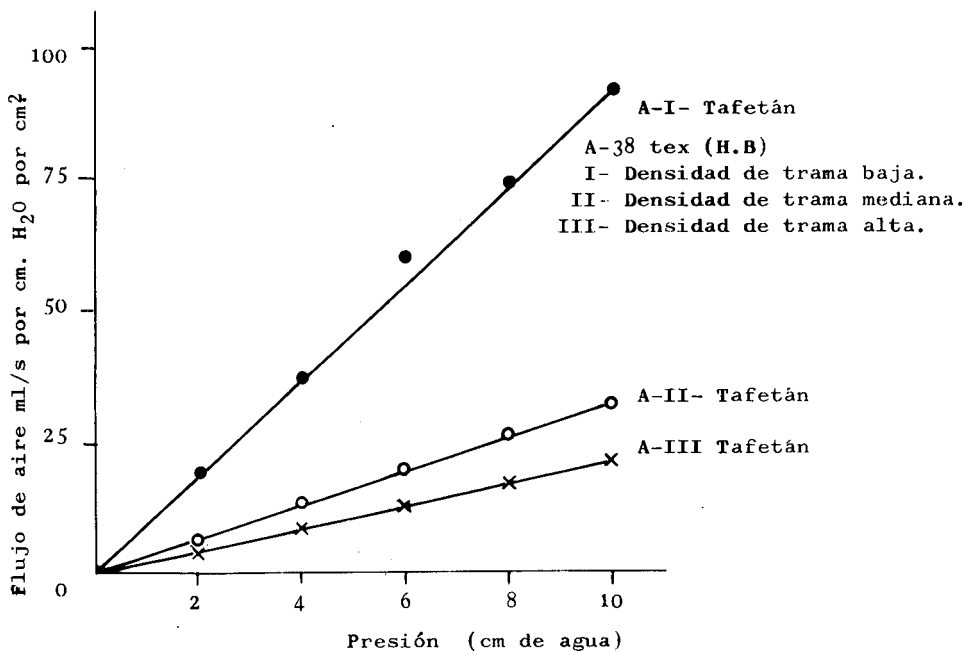


Fig. 1 Permeabilidad al aire de los tejidos tafetán.

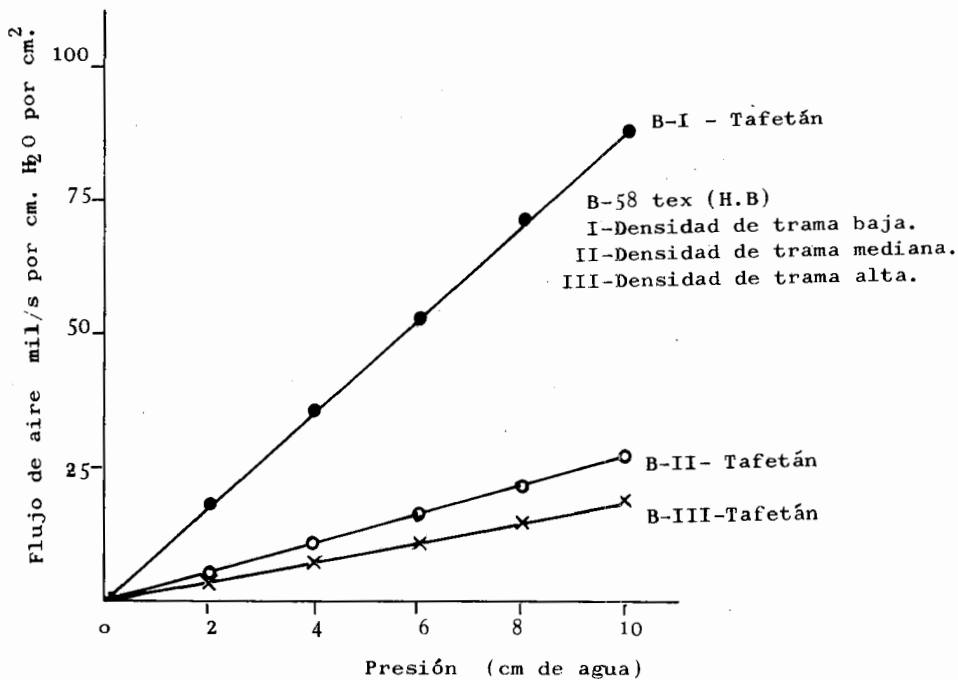


Fig.2 Permeabilidad al aire de los tejidos tafetán.

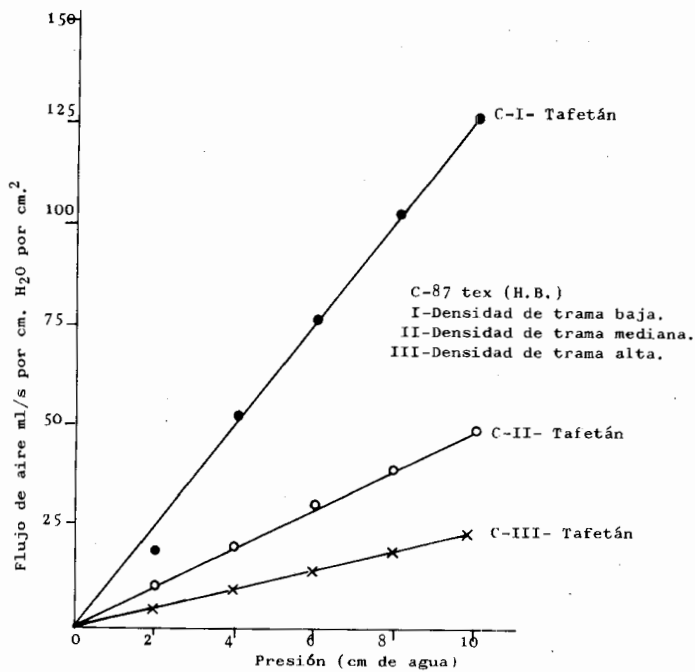


Fig.3 Permeabilidad al aire de los tejidos tafetán.

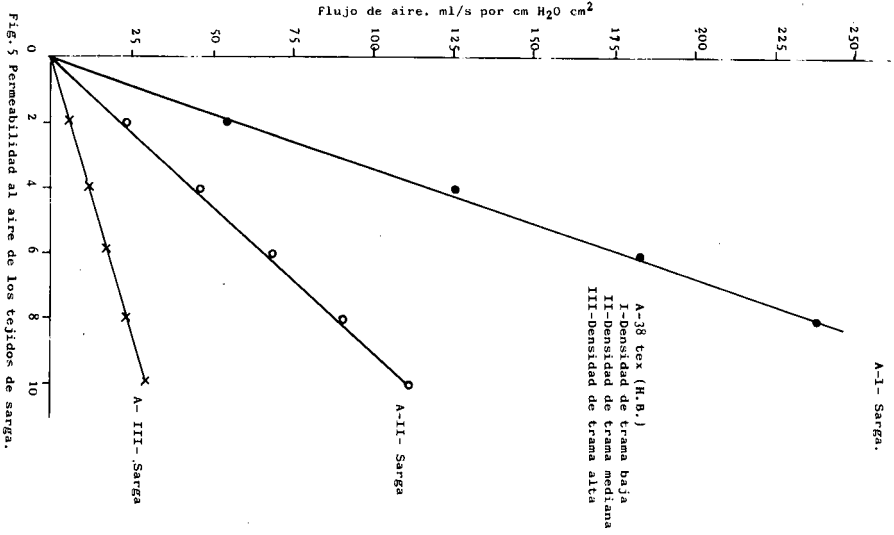


Fig. 5 Permeabilidad al aire de los tejidos de sarga.

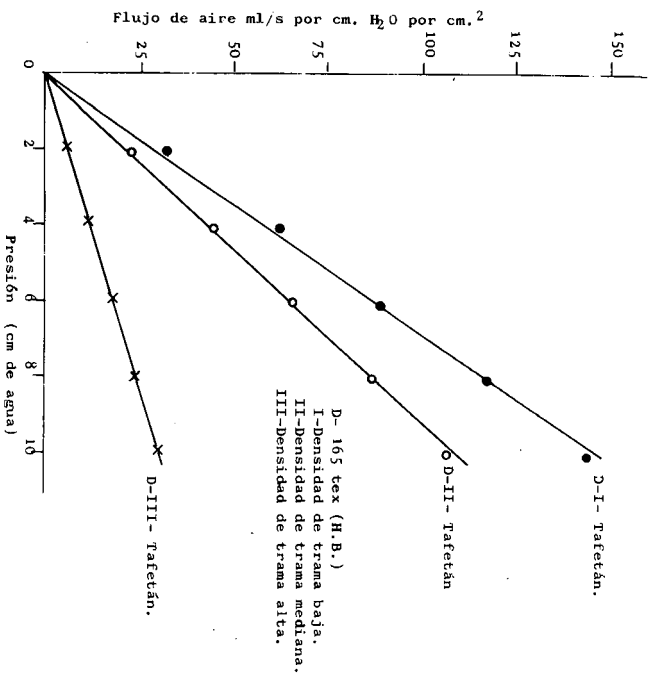


Fig. 4 Permeabilidad al aire de los tejidos tafetan.

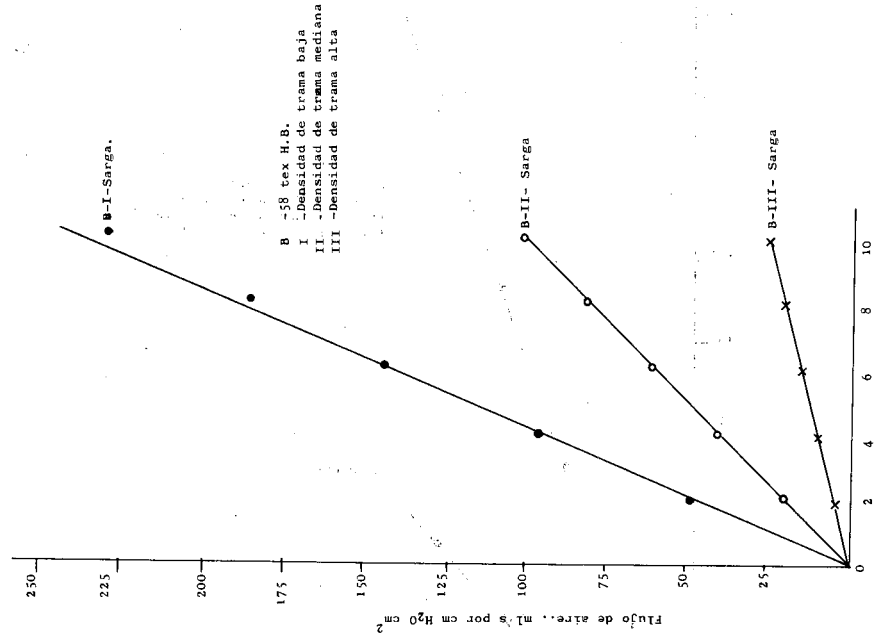


Fig. 6 Permeabilidad al aire de los tejidos de sarga.

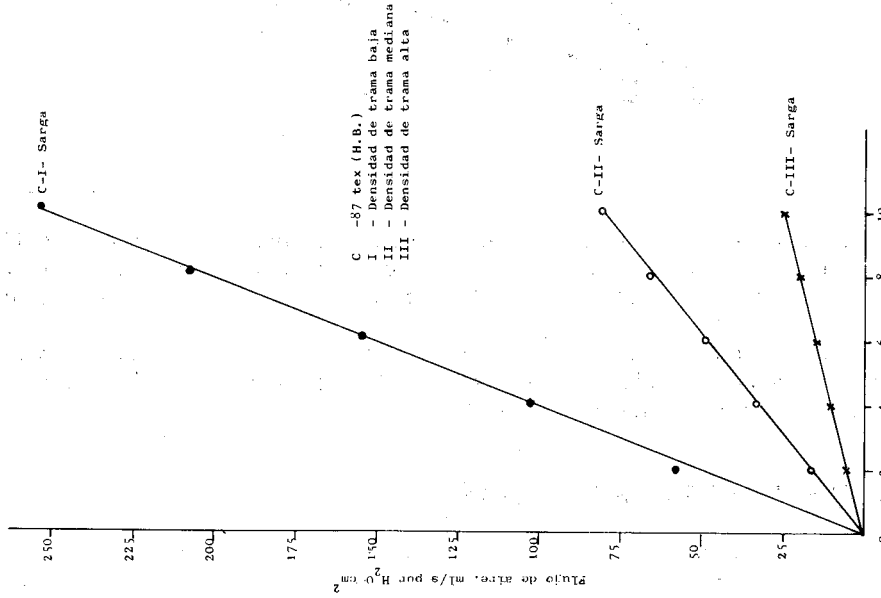


Fig. 7 Permeabilidad al aire de los tejidos de sarga.

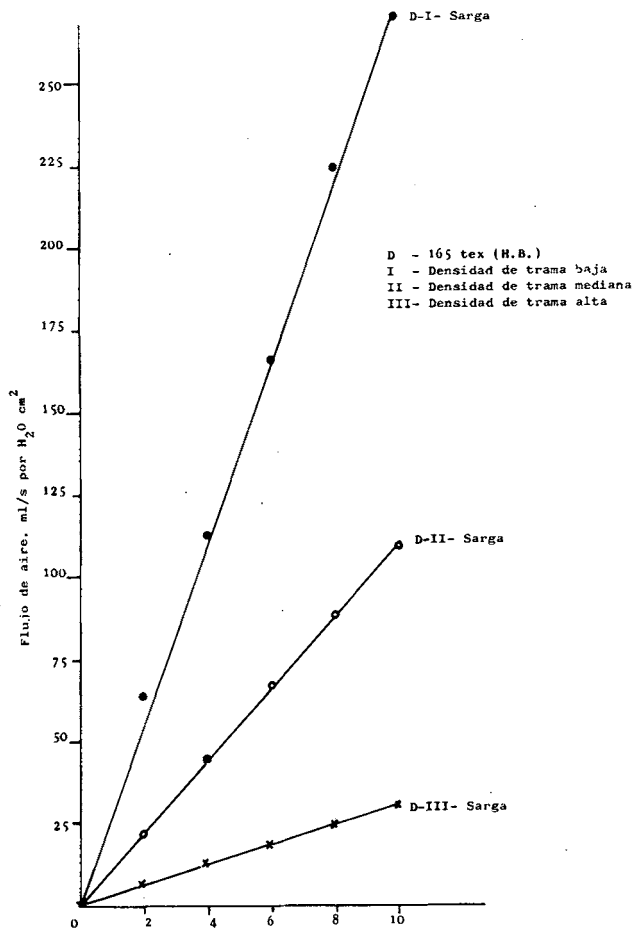


Fig. 8 Permeabilidad al aire de los tejidos de sarga.

En un trabajo de Kullman (9) se ha estudiado la influencia de la estructura del hilo sobre la permeabilidad al aire del tejido, en especial de hilos de trama; pero en ninguno de los tejidos alcanzaron valores tan bajos como hemos conseguido en nuestros tejidos.

Otra de las características estructurales del tejido que influye sobre la permeabilidad al aire del tejido, es el factor de cobertura. Cuanto mayor es este factor, más bajo es el valor de permeabilidad al aire.

6.223 RESISTENCIA A LA TRACCION

La carga de rotura fue determinada empleando el dinamómetro Instron. Las características de carga alargamiento son importantes y reflejan el comportamiento del tejido cuando se ensaya a un gradiente de alargamiento constante.

La resistencia a la rotura fue determinada en los sentidos de urdimbre y de trama, tanto para los tejidos en crudo como descruados. Se ha observado que la resisten-

cia en el sentido de urdimbre es mayor en los tejidos descrudados que en los tejidos en estado crudo, mientras que la resistencia en el sentido de trama disminuye en el tejido descrudado. Esto puede ser debido a que, como se ha demostrado en otros trabajos (10), (11), cuando se desarrolla el volumen de los hilos H.B. en aire caliente o en vapor, su tenacidad disminuye y esta disminución depende de la temperatura del tratamiento. Los hilos de trama empleados en estos tejidos son de tipo H.B. y, por lo tanto, después del descrudado la resistencia en el sentido de trama disminuye. El aumento de la resistencia a la rotura del tejido en sentido de la urdimbre, se debe al aumento de hilos/cm debido a la contracción de la trama.

En tejidos tafetán, la resistencia en sentido de urdimbre disminuye a medida que aumenta la densidad de trama y el título de sus hilos, mientras que la resistencia en el sentido de trama está relacionada directamente con la densidad de trama y su masa lineal.

En los tejidos sarga se observa una influencia algo diferente. La resistencia a la rotura en sentido de urdimbre aumenta con el aumento en la densidad de trama, pero disminuye a medida que aumenta su masa lineal.

6.224.- ALARGAMIENTO DE ROTURA

Al someter los tejidos al proceso de descrudado, el alargamiento de rotura en los sentidos de urdimbre y de trama aumenta, y este aumento es más significativo en sentido de trama. En los tejidos tafetán prácticamente no hay influencia de la densidad de trama y de su masa lineal sobre el alargamiento de rotura en el sentido de urdimbre, mientras que a medida que aumenta la densidad de trama, el alargamiento en sentido de trama también aumenta.

Con la textura de sarga, el alargamiento de rotura en los sentidos de urdimbre y de trama es prácticamente el mismo, y no se observa una influencia significativa de la densidad de trama ni de su masa lineal.

6.225.- RECUPERACION TRAS ARRUGADO

El poder de recuperación tras un arrugado es una de las propiedades importantes cuando se tiene en consideración el aspecto estético de la prenda. Se le puede estimar objetivamente. Los parámetros externos que influyen sobre esta característica son: la humedad relativa y la temperatura del ambiente, la presión aplicada, el tiempo, etc. El poder de recuperación fue estimado según la norma ASTM D 1295.

Uno de los factores que puede influir en la introducción de errores en la estimación, es el manejo de las probetas, y depende del tipo de pinzas que se emplea (12).

Se ha observado, tanto en texturas de tafetán como de sarga, que la recuperación en sentido de trama es superior a la de urdimbre.

A medida que aumenta la densidad de trama, el poder de recuperación también aumenta, mientras que no se ha observado ninguna influencia del título de estos hilos.

6.226.- RESISTENCIA A LA ABRASION

Para muchos usos del tejido, la resistencia a la abrasión es mucho más importante que su resistencia a la tracción. A este respecto, se puede decir que el ligamento o textura juega un papel importante. Esta resistencia viene influida por varios factores, como las propiedades inherentes de las fibras, sus dimensiones, la estructura del hilo, y los procesos de apresto y acabado a que se haya sometido el tejido.

Las condiciones del ensayo también influyen sobre el resultado, debiendo consi-

derarse el tipo de superficie abrasiva, la presión sobre el tejido, la tensión a que queda sometido, etc.

La resistencia a la abrasión determinada en un laboratorio, es uno de los factores que más contribuye a la previsión del comportamiento de un tejido en su uso posterior.

En este parámetro lo hemos determinado según la norma ASTM D 1175, empleando el principio del diafragma.

En los tejidos de tafetán se ha observado que a medida que aumenta la densidad de trama y el título de sus hilos, la resistencia a la abrasión también aumenta. La máxima resistencia corresponde a altas densidades y a hilos gruesos.

6.227.- PROPENSION AL PILDEO

Es bien conocido que el «pilling» o pildeo es un proceso físico que, bajo determinadas condiciones, se desarrolla en la superficie de un tejido o tricotado, presentando la forma de gránulos o bolitas constituidas por fibras y algunas veces por impurezas.

Estos aglomerados de fibras son retenidos en el tejido por otras varias fibras de «anclaje», confiriendo a las telas afectadas un aspecto desagradable. Y se forma a consecuencia del rozamiento entre diferentes partes de una prendas, o entre ella y otro elemento duntinto.

El «pilling» es considerado como un primer signo de desgaste de una tela, siendo el resultado de una débil fatiga de abrasión. Por otra parte, no aparece en los tejidos constituidos por hilos sintéticos de filamentos.

Se admite que son varios los parámetros que pueden influir en la propensión de un tejido al pildeo. Hay varios trabajos publicados a este respecto (13), (14).

Dentro de los numerosos métodos de ensayo que se conocen para determinar la tendencia a la formación de pils, y basándose en nuestra experiencia (15), hemos empleado el «Random Tumble Pilling Tester».

El método ideal de valoración debería tener en cuenta no solamente el aspecto cualitativo de la propensión al pildeo, sino también el aspecto subjetivo, que no debe ser despreciado. En efecto; si es absolutamente indispensable poder cifrar con precisión el «pilling» de un tejido a través del ensayo de laboratorio, también hay que considerar la persona que vestirá la prenda o la que verá la que lleva otra persona: lo juzgará subjetivamente teniendo en cuenta el conjunto, el color, el uso que le dé, etc.

Hemos empleado la siguiente escala de A.S.T.M. para la evaluación de las muestras:

- 5.- no hay pilling
- 4.- ligero pilling
- 3.- moderado pilling
- 2.- abundante pilling
- 1.- muy abundante pilling

Tal como se puede apreciar en esta escala, no se tiene en consideración el tamaño de los pils. Por este motivo hemos valorado las muestras por la escala de Reutligen.

- 1.- formación de vellosidad
- 2.- fibras entrelazadas y pils de tamaño muy pequeño
- 3.- formación de pils poco densos
- 4.- formación de algunos pils más densos
- 5.- pils densos o compactos con otros poco densos
- 6.- pils densos de tamaño pequeño
- 7.- pils densos de tamaño grande
- 8.- pils densos muy abundantes

Se comprende que la apreciación del grado de «pilling» en 8 estados conlleva que el experto observador tenga una gran práctica en la aplicación del método. Además, la coincidencia en la apreciación de la intensidad de pildeo según distintos operadores no es muy segura, a no ser que se trate de personas formadas al mismo tiempo en esa apreciación. Con una buena práctica, se llega a preciar el grado de «pilling» con una precisión de + 0.5 puntos.

En tejidos tafetán, se ha observado que para densidades bajas de trama, se produce una ligera tendencia a la formación de pils, mientras que para densidades elevadas no se producen.

Los tejidos de sarga presentan mayor propensión al «pilling», y esto disminuye a medida que aumenta la densidad de trama.

7.- CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados experimentales obtenidos con nuestros tejidos, en que la urdimbre es siempre la misma, de hilado de algodón, y la trama mezcla de fibra acrílica retráctil y no retráctil (H.B.), pero variable en cuanto a título y a densidad en el tejido, hemos deducido las siguientes conclusiones, luego de la relajación posterior al voluminizado:

7.1 variación de estructura y dimensiones

7.11.- Aumenta la densidad de la urdimbre (hilos/cm) hasta límites del 25%.

7.12.- Se observa también un aumento en la densidad de trama (hilos/cm), hasta del 5% en textura tafetán y del 7% en sargas.

7.13.- El grueso del tejido se incrementa hasta un 26% con densidades de trama bajas y medianas, y hasta un 37% con densidades elevadas bajo texturas tafetán. En sargas, el incremento es mayor: 50%, 60% y 70% respectivamente, para densidades de trama bajas, medianas y elevadas.

7.14.- la masa laminar (g/m²) del tejido aumenta hasta 35% en textura tafetán, y hasta un 40% en sargas.

7.2 Tupa o grado de cobertura («cover factor»)

7.21.- Tanto en tafetanes como en sargas, los hilos finos de trama dan lugar a que la tupa de urdimbre sea mayor que la de trama, ocurriendo lo contrario con hilos gruesos de trama. Por eso, la máxima tupa del tejido (por acción de la trama) se consigue con hilos gruesos de trama y altas densidades de ésta.

7.3.- La permeabilidad al aire

7.31.- Se reduce tras la relajación, y parece independiente del título de los hilos de trama. En consecuencia pueden conseguirse tejidos casi impermeables, tanto con hilos finos como con gruesos; es decir, con tejidos lijeros o con tejidos pesados.

7.32.- Se ve en parte, influida por las bastas. A bajas densidades de trama, las texturas de sarga presentan mayor permeabilidad que las de tafetán; mientras que a densidades elevadas, la permeabilidad es similar, aunque varíe la textura. En tafetán, esta permeabilidad puede reducirse hasta un 15% de la primitiva.

7.4.- Ante esfuerzos de Tracción

7.41.- La resistencia por urdimbre aumenta luego de la relajación del tejido; lo que sin embargo, provoca una disminución en la resistencia por trama.

7.42.- El alargamiento de rotura crece, tanto por urdimbre como por trama, en los tejidos contraídos.

7.5.- La Recuperación tras arrugado

7.51.- Varía inversamente con la densidad de trama, no habiéndose observado influencia del título de estos hilos.

7.6.- La Resistencia a la abrasión

7.61.- Se ve influida por la textura y por el título del hilo de trama. Con tramas finas, el tafetán presenta mayor resistencia a la abrasión que las sargas, ocurriendo lo contrario con tramas gruesas.

7.7.- Pildeo

7.71.- Aumenta con la existencia de bastas. Por eso se producen menos pils en el tafetán y más en los tejidos de sarga.

7.72.- Varía en razón inversa a la densidad de trama.

8.- AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer muy sinceramente la colaboración recibida de la Cátedra de Tisaje de la E.T.S.I.I.T., por los trabajos realizados en sus Talleres, y especialmente al Sr. Castellano por el interés con que contribuyó a la elaboración de los tejidos.

9.- BIBLIOGRAFIA

- (1) Fabelta Technical Manual (1963), Acrylfaser fabelta-Farben, Ausrüsten.
- (2) Courtaulds technical Bulletin (1963), Processing of courtell yarns into knitteds.
- (3) Mitsubishi Vonnell Co. Technical manual, Technical information on Vonnell-Spinning.
- (4) Rozycia, Pòzedza Wysokopusyste. Fibres Institute (1966) Poland

- (5) Bayes, A., *Textile Horizons* 1 (1981), Nr. 1, 46.
- (6) Gibson, V.L., Postle, R. *Textile Res. J.* 48 (1978) 14-27
- (7) ASTM, American Society for Testing and Materials. *Annual, Book of Standards, Part. 32*, 1979, P. 162.
- (8) Wallenberger, F.T. *Textile Res. J.* 50 (1980), 287-296.
- (9) Kullamann, R.M., Graham, C. Ruppenicker, G. *Textile Res. J.* 51 (1981) 781-786.
- (10) Naik, A., Mumbrú, J. Detrell, J. *Textile Month*, (1980), May 59-64.
- (11) Naik, A., Detrell, J. Mumbrú, J. *The Indian Textile Journal*. (1980), April, 153-159.
- (12) George, M., Markezich, A., O'Connor, R., T. *Text. Chem. Col.* (1970), Nr, 2, 168.
- (13) Merriman, *Dyer* 104, June, 22, 1956.
- (14) Mimms N.M. *man made Textiles* (1957). April, 46.
- (15) Naik, A., López-Amo, F., *Melliand Textilbericht.*, 63 (1982) 416-423.

