

MODELO ELÍPTICO PARA LA SECCIÓN DEL HILO PARTE 4: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES SECCIONALES DE LOS HILADOS RS, OE Y VS DE ALGODÓN

M.H. Kasem*, J.A. Tornero** y A. Riva***

0. 1. Resumen

Actualmente la sección del hilo no es circular ni hexagonal; tampoco lo es la sección de la fibra de algodón, la sección del hilo tiende a concentrar la estructura de forma poligonal embalada irregular, con forma de apariencia elíptica a lo largo de la longitud del hilo, debido a la tensión, a la torsión y el título del hilo. En el anterior trabajo de investigación (partes 1, 2 y 3) se han propuesto ecuaciones para calcular los diámetros mayores y menores (D , d) de los hilados RS, OE, y VS como modelo elíptico. En este trabajo un estudio de las propiedades seccionales (menor diámetro d , mayor diámetro D , excentricidad e , área del perfil A_p , área real del elipse A_r , perímetro del perfil U_p , perímetro real del elipse U_r , la densidad P_d y el factor de la deformación filar D_f) así como comparación entre los hilados de anillo RS, hilados del rotor OE, y hilados del vortex VS. Como resultados, la densidad de los hilados VS fue superior que la densidad de los hilados de algodón OE y menor que los hilados de algodón RS, por otro lado se encontró que los hilados de anillo RS de algodón son más compactos que los VS (6%) y OE (16%). El diámetro menor (d) de los hilados del rotor OE aumentan respecto el menor diámetro del RS y VS un 14% y un 8% respectivamente, mientras que el diámetro mayor (D) aumenta sólo un 8% y un 5% respectivamente. De la misma forma los diámetros menor (d) y mayor (D) de los hilados VS aumentan un 6% y un 3% respectivamente sobre los diámetros (d , D) del hilo RS. El factor de la deformación filar de los hilados del rotor ($D_{f(OE)}$) fue mayor que el factor de deformación filar de los

hilados RS ($D_{f(RS)}$) y los hilados VS ($D_{f(VS)}$) con título superior a 15 tex.

Palabras clave: densidad de los hilados, compactación, volumen específico del hilo, porosidad de hilo, hilados vortex de algodón, hilados del rotor OE, hilados de anillo RS, diámetros de la sección elíptica y propiedades seccionales de hilo.

0.2. Summary: ELLIPTICAL MODEL FOR YARN CROSS-SECTION PART 4: STUDY OF THE CROSS-SECTIONAL PROPERTIES OF THE RS, OE AND VS COTTON SPUN YARNS

Actually the yarn cross-section and the cotton fibre cross-section are neither in the form of a circular nor hexagonal. The yarn cross-section tends to concentrate the structure packed form of irregularly polygonal with elliptical form appearance along the length of the yarn, due to tension, twist and yarn count. In the earlier research works (parts 1, 2 and 3) we approached equations to calculate the mayor and minor yarn diameters (D , d) of the RS, OE, and VS spun yarns as elliptical model. In this research work a study of the sectional properties (minor diameter d , mayor diameter D , eccentricity e , profile cross-section area A_p , real elliptical area A_r , profile circumference U_p , real elliptical circumference U_r , the packing density P_d and spun deformation factor D_f) as a compression between the Ring Spun yarns RS, Open End yarns and Vortex Spun yarns VS. As results the packing density of the VS spun yarns was higher than the OE cotton yarns and less than the RS cotton yarns, by other mean found that the RS cotton yarns more compacted than the VS (6%) and OE cotton yarns (16%). The minor OE yarn diameters (d) increase 14% and 8% than the RS and VS minor diameter respectively while the mayor diameter (D) increase 8% and 5% only respectively, in the same time the minor (d) and mayor (D) VS yarn diameters increases 6% and 3% only respectively than the RS diameters (d , D). The deformation factor of the open end yarns ($D_{f(OE)}$) was more than the deformation factor of the ring spun yarns ($D_{f(RS)}$) and vortex spun yarns ($D_{f(VS)}$) of the yarns up to 15 tex.

Key words: yarn packing density, compactness, yarn specific volume, yarn porosity, cotton vortex spun yarn (VS), open end spun yarns, ring spun yarns, elliptical cross-section diameters and yarn cross-sectional properties.

* Dr. Ing. Mohamed Hussein Kasem. Investigador del "Engineering Textile Department" del "National Research Centre" de El Cairo (Egipto). Estancia post-doctoral en el INTEXTER (U.P.C.)

** Ing. José Antonio Tornero García, Laboratorio de Sistemas y Procesos Textiles del INTEXTER (U.P.C.)

*** Dra. Ing. Ascensión Riva Juan, Catedrática de Universidad del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera. Jefa del Laboratorio de Físico-Química de la Tintura y Acabados del INTEXTER (U.P.C.)

0.3. **Résumé: MODÈLE ELLIPTIQUE POUR LA SECTION DU FILÉ PARTIE 4: ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS SECTIONNELLES DES FILÉS RS, OE ET VS DE COTON**

Actuellement la section du fil n'est pas circulaire ni hexagonal, la section de la fibre de coton non plus, la section du fil tend à concentrer la structure polygonale conditionnée irrégulière avec la forme d'apparence elliptique sur la longueur du fil, dû à la tension, à la torsion et au titre du fils. Dans le travail précédent de recherche (parties 1, 2 et 3), des équations ont été proposées à fin de calculer les plus grands et petits diamètres (D , d) des filés RS, OE et VS en tant que modèle elliptique. Dans ce travail, une étude des propriétés sectionnelles (le plus petit diamètre d , le plus grand diamètre D , excentricité e , surface de profil A_p , surface totale de l'ellipse A_r , périmètre du profil U_p , périmètre réel de l'ellipse U_r , densité P_d et facteur de déformation filaire D_f) a été menée à fin de comparer les filés à anneaux RS, les filés rotor OE et les filés vortex VS. Les résultats ont montré que la densité des filés VS a été supérieure à celle des filés de coton OE et inférieure à celle des filés de coton RS. D'autre part, les filés à anneaux RS de coton étaient plus comprimés que les filés VS (6%) et OE (16%). Le plus petit diamètre (d) des filés rotor OE a augmenté le plus petit diamètre des filés RS et VS de 14% et de 8%, tandis que leur plus grand diamètre (D) n'a augmenté que de 8% et de 5%. Au même temps, le plus petit diamètre (d) et le plus grand diamètre (D) des filés VS augmentent seulement de 6% et de 3% par rapport aux diamètres (d , D) du filé RS. Le facteur de déformation filaire des filés rotor ($D_f(OE)$) a été plus grand que celui des filés à anneaux ($D_f(RS)$) et des filés vortex ($D_f(VS)$), avec un titre supérieur à 15 tex.

Mots clés: densité des filés, compression, volume spécifique du fil, porosité du fil, filés vortex de coton, filés rotor OE, filés à anneaux RS, diamètres de la section elliptique et propriétés sectionnelles du fil.

1. INTRODUCCIÓN

Las propiedades de los hilos de fibra corta (staple) dependen no sólo de las propiedades físicas de las fibras, sino también del tipo de hilatura empleado; algunas de las tecnologías de hilatura empleadas más frecuentemente son la continua de anillos (RS), hilatura de rotor OE, hilatura neumática VS y otras. Alguna de las propiedades seccionales de los hilados que dependen del tipo de hilatura empleado son: el diámetro menor d , diámetro mayor D , excentricidad e , área del perfil A_p , área real de la elipse A_r , perímetro del perfil U_p , perímetro real de

la elipse U_r , la densidad P_d y el factor de la deformación filar D_f). En el trabajo anterior de investigación² que se estudió la comparación entre los hilados RS, OE, y VS como propiedades dinámicas y regularidades (propiedades laterales ó longitudinal). En los otros trabajos anteriores^{3, 4,16)} nos acercaron algunas ecuaciones para calcular teóricamente las propiedades seccionales de los hilados RS, OE y VS excepto la compacidad de los hilos aún no estudiados. Por lo tanto, uno de los principales objetivos de este trabajo de investigación: un estudio de la densidad fundamental de los hilados RS, OE, y VS.

En la evaluación de la densidad de los hilados, hay varios enfoques utilizados por diferentes investigadores; puede ser resumirlos como siguiente:

Uno de los primeros caminos fue propuesto por Schwarz 1951⁵⁾, basada principalmente de embalaje hexagonal, mientras Hearle 1969 ha mejorado un enfoque se basa en dividir la sección de hilo en zonas de la igualdad de Radio ya que se define la distribución de fibras como embalaje fraccionado⁶⁾. Por otro lado Dogu 1972⁷⁾ ha indicado que la densidad de la fibra es una función de la distancia radial y lo definió como el número de fibras por unidad de superficie perpendicular al eje de la fibra. Sin embargo Hickie 1973⁸⁾, se ha propuesto que las mediciones de la densidad de fibra deben basarse en la relación de la sección de las fibras en una zona determinada ala área de esa zona, ya que el número de fibras de la densidad por unidad de sección es inaplicable. Driscoll y Postle 1986⁹⁾, han sido definidos la distribución de las fibras como la proporción de volumen de fibra a volumen de hilo en la radio (r). Está enfoque permite la simulación de aire entre las fibras y da una buena representación de fibra de ubicación. Neckar 1988¹⁰⁾ Asimismo, seguido los similares enfoques mencionados antes dividiendo la sección del hilo a varias zonas anulares de tener la misma anchura o áreas iguales. Grishanov et al. 1997¹²⁾ presentaron un enfoque llamado lugares virtuales (virtual locations) ya que las fibras son prácticamente distribuido no en la forma de un anillo ni una configuración hexagonal, pero una combinación de estos dos.

Punj y otros 1998¹¹⁾ dividen la sección de hilo en cinco zonas concéntricas que tengan la misma anchura para determinar la densidad de hilos MJS. Kasem 1999¹⁵⁾ en su tesis doctoral presentó unas ecuaciones teóricas para calcular el numero de las capas y el número de las fibras en cada capa (la densidad) de la sección de los hilados coaxiales con consideración que el sección del hilo es circular y informó que el ángulo de zunchado y el número de fibras zunchadas son los dos parámetros más determinantes del comportamiento del hilo. El número máximo de fibras que comprenden la capa exterior de zunchado depende, entre otros parámetros relacionados con la constitución filar. En el anterior trabajo de investigación 2006²⁾ nos encontramos que los hilados del vortex VS con

20tex es más compacto que los hilados de anillo RS y los hilados del rotor OE, en el mismo momento; los hilados de anillo RS eran más compactos que los hilados del rotor OE; estos resultados fueron solo según las imágenes.

Morris y otros 2003¹³⁾ desarrollaron un modelo geométrico para predecir los posibles arreglos en las fibras dentro de un hilo de la fibra continua, como modelo ha incluido algunos factores de aleatoriedad real como que se encuentran en los hilados. Petrulete y Petrulete 2003¹⁴⁾ propone nuevos enfoques para el cálculo de los índices de embalaje de los hilados estrechos compactados (close-packed yarn).

Yilmaz¹⁾ 2007 informó que; dividir la sección de hilos en zonas de la igualdad de Radio o áreas de zonas es todavía de uso común, ya que pueden aplicarse de manera fácil y más precisa para obtener los resultados y ha modificado unas ecuaciones (ec.1,2) para calcular la densidad radial y global de los hilados.

$$\mu_k = \frac{S_k}{S_{ck}} \dots \dots \dots k = 1,2,3, \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

μ_k = Densidad radial en k-es anillo y radial
 i-es hilados de sección S_k = Área total de las fibras en relacionados con anillos radiales
 S_{ck} = El área de cada uno de los anillos radiales
 k = El número de un anillo radial, k cada número incluye las áreas de las fibras relacionadas con el anillo radial.

$$\mu_{ef} = \frac{S_{ef}}{S_{C_{ef}}} \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

S_{ef} Es el área total de las fibras en un círculo de diámetros D_{ef} ,

$S_{C_{ef}}$ Es el área del círculo del diámetro efectivo D_{ef} y

μ_{ef} La densidad global.

Actualmente la sección del hilo no es circular ni hexágono tampoco la sección de la fibra, la sección del hilo tiende a concentrar la estructura de forma poligonal embalada irregular a lo largo de la longitud del hilo, debido a la tensión, a la torsión y el título del hilo. Por

consiguiente, vemos que el volumen específico de la fibra y el volumen específico del hilo deben ser funcionan en la densidad fundamental de los hilados. Por otra parte, puede definirlo (la densidad fundamental) como una relación entre el volumen específico de la fibra y el volumen específico de los hilados; este enfoque permitirá hacer la simulación de las lagunas de aire entre las fibras.

En los anteriores trabajos^{3,4,16)} hemos obtenido la sección del hilo de 36 radios formando 36 triángulos no son iguales para obtener el área del contorno de la sección del hilo para utilizarla en el cálculo del volumen específico del hilo, con considerar que la longitud de hilo en centímetro para peso de un gramo ($L_{(cm)/1g}$) equivalente $10^5 / Tex$;

A partir de esta revisión de la bibliografía vemos que Driscoll⁹⁾ opinión y la idea de Grishanov¹²⁾ para el cálculo de la densidad de los hilados eran más cercanos de nuestro imagen con algunos deferencias ya que en el presente trabajo nos calculado la área de la sección del hilo como un perfil. También nos vemos que el estudio de las propiedades seccionales de los hilados de algodón de anillo RS, del rotor OE y del vortex VS aún no ha estudiado extensamente. Por lo tanto, los principales objetivos de este trabajo de investigación son;

1. Estudio de la densidad fundamental de embalaje de los hilos
2. Compresión de las propiedades de las secciones de los hilados de algodón de anillo RS, del rotor OE y del vortex VS.

2. EXPERIMENTAL

En este trabajo de investigación se han elaborado nueve hilados de algodón 100%. Para cada uno de los sistemas de hilatura (convencional, OE-rotor y Vortex) se han elaborado tres hilados con títulos distintos (14, 20 y 25 Tex). Todos estos hilados se ha producido en una atmósfera estándar ($20^\circ C \pm 2^\circ C$ y $65\% \pm 5\%$ de humedad relativa).

2.1. Material

Para todos los hilados obtenidos se ha utilizado la misma materia prima. La materia utilizada ha sido algodón 100% peinado, con dos pasos de manual de 3 Ktex preparada en una empresa de hilatura (Hilaturas LLaudet S.A.), las características del algodón utilizado se detallan en la tabla 1.

TABLA 1
 Propiedades de fibra

Especificación		Especificación	
Tipo de algodón	África Benin 1" 1/8	Contenido de fibras cortas %	4,2 %
Longitud [mm]	14,47	Neps /gr	de 178 hasta 262
Longitud 2.5% [mm]	28,93	Unif	50

2.2. Producción de las muestras de hilado

Tres máquinas de hilatura se han utilizado para producir los hilados anteriormente citados. Para los hilados elaborados con el sistema convencional se han producido en una máquina industrial Marzoli de la empresa Hilaturas Llaudet. La velocidad de producción de estos hilados ha sido 16 m/min.

Los hilados OE-rotor han sido producidos en máquina de pruebas de INTEXTER equipada con un box industrial SE-11 de Schlafhorst. Esta máquina de pruebas está equipada con motores individuales para cada uno de los órganos

funcionales. Lo que permite ajustar con un panel de control de manera fácil y precisa la velocidad de cada uno de dichos órganos funcionales. Gracias a este equipo ha sido posible la elaboración del hilado 14 Tex. En una máquina industrial hubiese sido imposible realizar este hilado extremo, con unas condiciones estables de hilatura. En este spintester OE-rotor la estabilidad de las condiciones de hilatura están garantizadas.

El coeficiente de torsión métrica (α_m) utilizado ha sido de 125 para los tres hilos elaborados mediante el sistema de hilatura OE-rotor. Los principales parámetros de hilatura se detallan en la tabla 2.

TABLA 2
 Parámetros hilatura OE-rotor

	Título (Tex)		
	14	20	25
Tipo de rotor	T, 256 D	T, 256 D	T, 256 D
Cilindro disgregador	B 174	B 174	B 174
Boquilla	KN 4	KN 4	KN 4
Velocidad del rotor [1/min]	38924	35514	35975
Velocidad de alimentación [m/min]	0,1678	0,2534	0,3818
Velocidad de producción [m/min]	37	40	45
Torsión	1061	890	794

Los hilados Vortex han sido elaborados en una máquina de pruebas de hilatura neumática. La tobera de hilatura utilizada ha sido una tobera Vortex desarrollada en INTEXTER. El tren de estiraje utilizado ha sido un 4/IV. Los títulos de los hilos, al igual que para los otros sistemas de hilatura, han sido 14, 20 y 25 Tex. Como es bien

sabido, para estos hilados es imposible determinar mecánicamente el coeficiente de torsión métrico (α_m). En la siguiente tabla se muestran las condiciones de hilatura de los hilados Vortex elaborados.

TABLA 3
 Parámetros de hilatura Vortex

		Título del hilado (Tex)		
		14	20	25
Sistema de estiraje		4/IV	4/IV	4/IV
Velocidad de producción		200 m/min	300 m/min	300 m/min
Encartamientos	Superior	37, 35.5, 48	37, 35.5, 48	37, 35.5, 48
	Inferior	43, 39, 46.5	43, 39, 46.5	43, 39, 46.5
Condensadores [mm]	A	12 x3 blanco	12 x3 blanco	12 x3 blanco
	B	12.5 x4 rojo	12.5 x4 rojo	12.5 x4 rojo
	C	3 rojo	3 rojo	3 rojo
Estiraje total [-]		214,3	150	120
Estiraje principal [-]		64	50,13	40,10
Tensión de hilatura [-]		0,98	0,98	0,98
Tipo de tobera		Vortex Intexter	Vortex Intexter	Vortex Intexter
Presión de aire [bar]		9	9	9

2.2. Aparatos

2.2.1. Metodología de medición de las secciones de los hilados (*Microscopio con Plato divisor*)

En este trabajo de investigación se ha utilizado el mismo equipo que en el trabajo anterior ^{3,4,16)} para determinar el diámetro de los hilos (figura 1) ⁸⁾. Este dispositivo consta de:

1. Microscopio
2. Plato divisor

3. Tubo de la muestra
4. Cámara fotográfica
5. Dispositivo para bobinar el hilo
6. Sistema de observación o "pantalla"
7. Ordenador personal
8. Cono del hilado
9. Hilo
10. Guía del hilo
11. Pinza del hilado
12. Tensión favorable

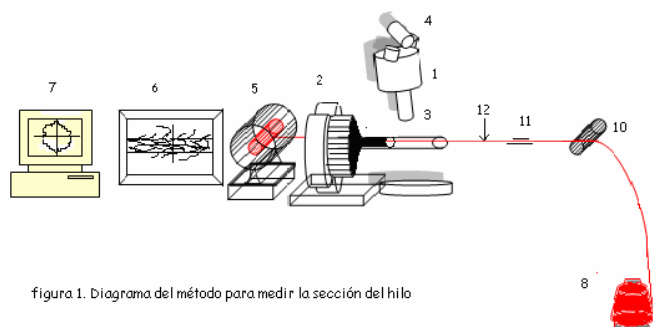


figura 1. Diagrama del método para medir la sección del hilo

3. EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD FUNDAMENTAL DE LOS HILADOS DE ALGODÓN

El volumen específico de la fibra y volumen específico de los hilados se relacionan mediante la ecuación de la densidad fundamental de los hilados:

$$Pd = \frac{SV_f}{SV_y} \text{-----} (3)$$

Donde

Pd Es la densidad fundamental de los hilados

SV_y Es el volumen específico del hilo

SV_f Es el volumen específico de la fibra

En los trabajos anteriores^{3,4,16} se ha desarrollado un sistema mecánico para el cálculo del volumen específico de los hilados de anillo RS, del rotor OE y del Vortex VS. La proporción de la porosidad (p) del hilo se define como el ratio del volumen del aire (V_a) entre el volumen del hilo.

Entonces

$$\therefore p = \frac{V_a}{V_y} \text{-----} (4)$$

Donde

p Es la proporción de la porosidad del hilo

$$\therefore V_a = V_y - V_f$$

Donde

V_a = el volumen del aire

V_y = el volumen del hilo

V_f = el volumen de la fibra

La masa de las fibras dentro el hilo es equivalente a la masa del hilo. Por lo tanto:

$$\therefore V_a = SV_y - SV_f \text{-----} (5)$$

Y

$$p = 1 - \frac{SV_f}{SV_y} \text{-----} (6)$$

Donde

$$SV_f = \text{el inverso de la densidad de la fibra} = \frac{1}{\rho_f}$$

Ya que la densidad específica (ρ_f) de las fibras de algodón es igual a 1.55 g/cm³, entonces el

volumen específico de las fibras de algodón será de 0.66 cm³/g.

Esto significa que el valor de la densidad fundamental del hilo está comprendido entre cero y uno ($0 < Pd < 1$). Por otro lado, podemos afirmar que los hilados que tienen una porosidad cero (embalaje cerrado) son más compactos que los que tienen una porosidad de valor uno, es decir, la compacidad del hilo aumenta con la disminución de su porosidad. Esto sugiere que la compacidad del hilo es inversamente proporcional a su porosidad y directamente proporcional a la densidad de los hilados (ec. 7).

Por tanto:

$$\text{Comp.} \propto \frac{Pd}{p}$$

$$\text{Comp.} = K \frac{Pd}{p} \text{-----} (7)$$

K = constante

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 4

Densidad de los hilados de algodón RS, OE y VS

Tipo de Hilo	Volumen específico (SV_y) cm ³ /g	Peso específico (ρ_y) g/cm ³	Densidad (Pd)	Porosidad (p)
Hilo de anillo RS	1,55	0,6045	0,416	0,584
Hilo del rotor OE	1,86	0,5376	0,347	0,653
Hilo vortex VS	1,65	0,6066	0,391	0,609

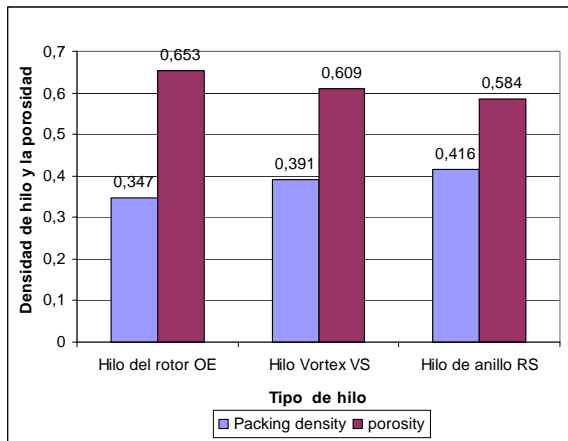


FIGURA 2: Densidad y porosidad de los hilados de algodón RS

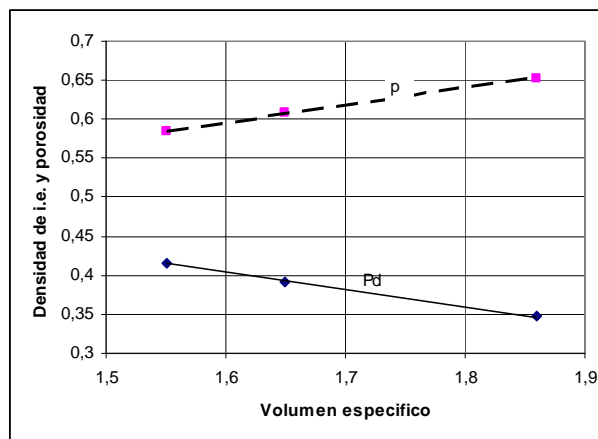


FIGURA 3: Volumen específico del hilo en función de la densidad de hilo y la porosidad

De la tabla 4 y figura 2 se puede observar que la densidad de los hilados de anillo RS es tan solo un 6% más alto que la de los hilados vortex VS, y un 16% superior a los hilados del rotor OE. Este comportamiento es debido al volumen específico de los hilos, ya que con el incremento del volumen específico disminuye el valor de la densidad fundamental del hilo, y se incrementa el valor de la porosidad. Utilizando la técnica de regresión lineal encontramos que las correlaciones entre volumen específico y densidad del hilo y volumen específico y porosidad son muy elevadas, obteniendo un R^2 de 0,99 para cada una. Por tanto, se deduce que:

$$Pd = 76 \times 10^{-2} - \frac{22 \times 10^{-2}}{\int_y} \text{-----} \quad (8)$$

$$p = 24 \times 10^{-2} + \frac{22 \times 10^{-2}}{\int_y} \text{-----} \quad (9)$$

Aplicando las ecuaciones 8 y 9 con una gama amplia de volumen específico en cm^3/g de

los hilados (desde 0,5 a 2 cm^3/g) y calculando la densidad del hilo y la porosidad, se puede obtener la relación entre el volumen específico y la compactación del hilo (la densidad y la porosidad del hilo, figura 3). Mediante la figura 4 y la ecuación 10 se puede obtener la compactación crítica de los hilados. De la figura y la ecuación se puede deducir que el punto óptimo de la densidad y la porosidad es 0,5, con volumen específico de hilo de 1,15 cm^3/g .

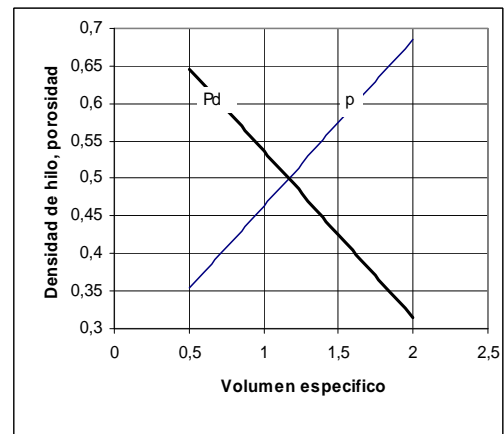


FIGURA 4: Optimización de la compactación de hilo de algodón

$$Comp.critica = \left[\begin{matrix} Pd = 10^{-2}(76 - 22SV_y), \\ p = 10^{-2}(24 + 22SV_y) \end{matrix} \right] - SV_y \Rightarrow 1,15 \quad (10)$$

Como una comparación de las propiedades seccionales (menor diámetro d , mayor diámetro D , excentricidad e área del perfil A_p , área real del elipse A_r , perímetro del perfil U_p , perímetro real del elipse U_r , la densidad Pd y el factor de la deformación filar D_f) de los hilados de sistemas de hilar diferentes (tabla 5) como el de anillo RS, del rotor OE y del vortex VS con títulos 14, 20 y 25 tex de cada sistema. De la figura 7 encontramos que los diámetros mayor y menor (D, d) de los hilados del rotor OE más que los hilados de anillo RS y los hilados del vortex. Los diámetros (D, d) de los hilados del vortex VS a veces equivalente el de anillo RS y otras veces incremento poco más que él, según el título del hilo.

Por otra parte, el diámetro menor de los hilados OE acrecienta 14%, 8% (como promedio) que los hilados RS y VS, respectivamente, mientras que el mayor diámetro de los hilados OE aumentan que los hilados RS y VS 8% y 5%, respectivamente. El diámetro menor de los hilados VS aumento 6% (como promedio) que los hilados del RS, mientras que el diámetro mayor de los hilados VS aumenta sólo 3%. En el caso de Hilos gruesas como de 25 tex, los diámetros D y d de los hilados vortex VS no aumentan más que los hilados de anillo RS.

TABLA 5

Comparación de las propiedades seccionales de los hilados RS, OE y VS

Propiedades seccionales de los hilados	SISTEMAS DE HILAR								
	De anillo RS			Del rotor OE			Del vortex VS		
	yarn count in tex			yarn count in tex			yarn count in tex		
	14	20	25	14	20	25	14	20	25
Excentricidad (e)	0,55	0,57	0,47	0,5	0,44	0,46	0,53	0,48	0,52
Ajuste (f)	0,99	0,98	1,06	1,02	1,03	1,05	0,93	1,01	1,02
Menor diámetro real r (d_r , mm)	0,15	0,18	0,22	0,17	0,21	0,24	0,17	0,20	0,21
Menor diámetro d_{es} estimado	0,15	0,19	0,22	0,17	0,2	0,23	0,16	0,19	0,22
mayor diámetro real (D_r , mm)	0,18	0,23	0,25	0,2	0,24	0,27	0,20	0,22	0,25
mayor diámetro estimado (D_{es})	0,19	0,22	0,25	0,2	0,23	0,26	0,19	0,20	0,24
Actual área elíptica (A_r)	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04
Perfil área real (A_p)	0,02	0,03	0,05	0,02	0,04	0,06	0,02	0,03	0,04
Área estimada del elipse (A_{es})	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04
Perímetro Profile U_r	0,52	0,64	0,75	0,57	0,71	0,82	0,57	0,66	0,73
Perímetro del Elipse est. U_{es}	0,55	0,65	0,73	0,58	0,69	0,75	0,56	0,65	0,75
Perímetro Profile U_p	0,58	0,67	0,82	0,62	0,77	0,9	0,56	0,64	0,71
Factor de de deformación (D_f)	0,090	0,04 2	0,03 3	0,07 7	0,06 3	0,06 0	0,094	0,04 6	0,02 6
Packing density (Pd)	0,416			0,347			0,391		

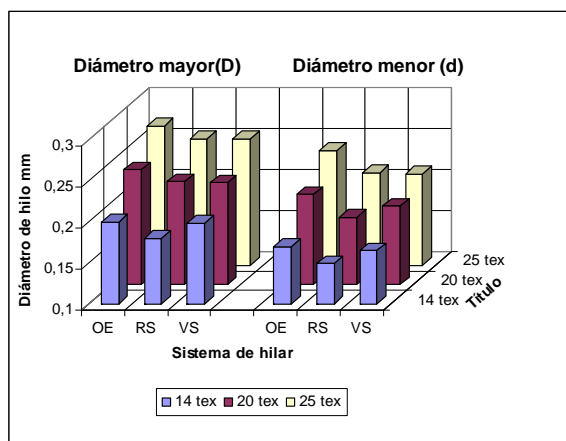


FIGURA 5: Comparación los diámetros de hilo (D, d) de diferentes sistemas de hilar

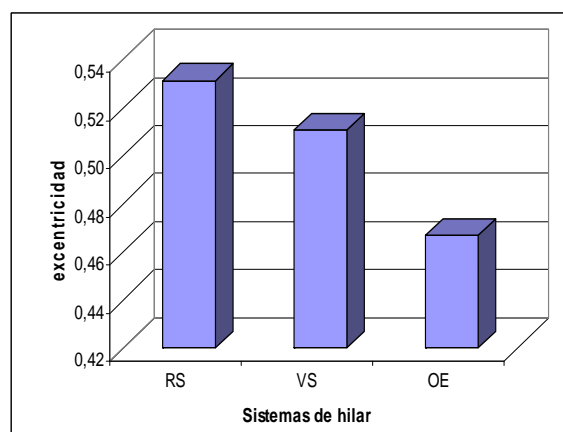


FIGURA 6: Comparación la excentricidad de diferentes sistemas de hilar

Como comparación de la excentricidad de la sección de los hilados entre los hilados de anillo RS, del rotor OE y del vortex eran 0.53, 0.47 y 0.51 como promedios respectivamente (figura 6), esto significa que las secciones de los hilados del vortex VS son elípticos ideales aproximadamente, mientras que las secciones de los hilados del rotor OE son elípticos tienden pequeño a la circulación, pero en el mismo tiempo las secciones de los hilados de anillo RS son elípticos tienden escaso aplanan.

De la figura 7 y 8 puede ser deducir que; los hilados de 14 - 16 tex el área del perfil no se cambia mucho con el cambio del sistema de hilar. Con los títulos de hilo de 14-20 tex, el área del perfil de la sección de los hilados de anillo RS y del vortex son iguales, mientras que el área del perfil de los hilados del rotor OE con título 20 y 25 tex aumentan 16.5 % y 40 % que los hilados de anillo y del vortex respectivamente. Los hilados del rotor OE con título 25 tex aumentan 24% que los hilados de anillo RS mientras que los hilados de anillo RS aumentan solo 8% que los hilados del vortex VS.

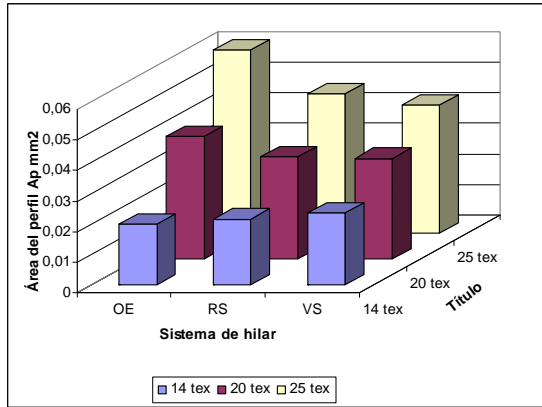


FIGURA 7: Comparación el área del perfil de los hilados RS, OE y VS

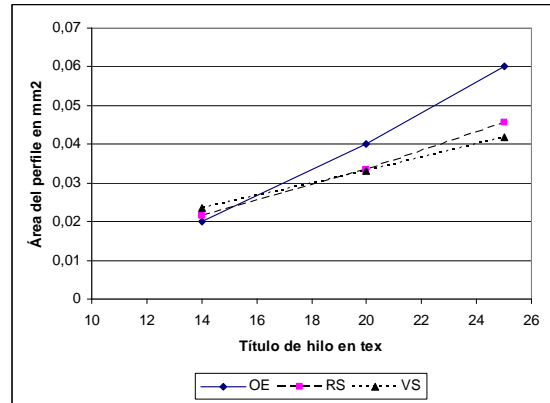


FIGURA 8: El área del perfil de los hilados RS, OE y VS en función del título del hilo

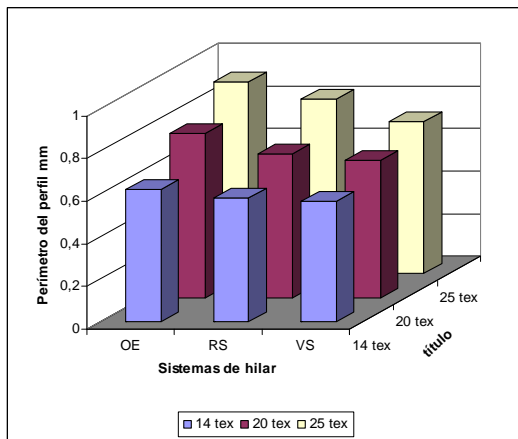


FIGURA 9: Comparación de el perímetro del perfil de los hilados RS, OE y VS

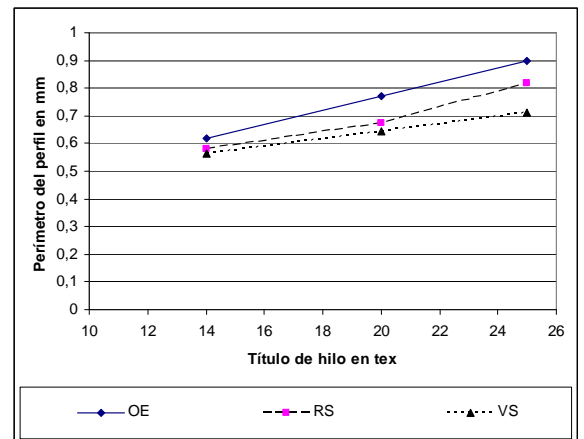


FIGURA 10: El perímetro del perfil de los hilados RS, OE y VS en función del título del hilo

Generalmente el perímetro de la sección de los hilados RS y VS (figura 7 y 8). El perímetro de los hilados con 14 tex no se cambia mucho con el cambio del sistema de hilar, mientras que los hilados del rotor OE con 20 tex incrementan 12 % y 16% que los hilados RS y VS respectivamente. El perímetro de los hilados del rotor OE 25 tex aumentan 9% y 21% que los hilados RS y VS respectivamente mientras que los hilados RS aumentan 12 % que los hilados del VS.

El factor de la deformación filar D_f es uno de los factores muy importante, ya que puede ser reflejar la rugosidad del hilo y este rugosidad con su turno se refleja los propiedades del tacto de los tejido. En este trabajo de investigación hemos obtenido el factor de deformación filar según la ecuación 11^{3,4,16}). La Figura 7 y la tabla 5 ilustran el factor de la deformación como comparación entre los diferentes tipos de hilos (RS, OE y VS). A partir de este figura se puede deducir que por todos los

sistemas de hilar, con el aumento de título de los hilados en tex se disminución el factor de la deformación filar. El factor de la deformación filar de los hilados del rotor OE ($D_{f(OE)}$) fue más que la deformación de los hilados de anillo RS ($D_{f(RS)}$) y los hilados del vortex VS ($D_{f(VS)}$). En otro lado, a partir del título de hilo 18 tex podemos deducir que $D_{f(RS)} < D_{f(OE)} > D_{f(VS)}$. En el mismo momento la deformación filar de los hilados del vortex $D_{f(VS)}$ muy parecidos de la deformación filar de los hilados de anillo RS $D_{f(RS)}$ especialmente para los hilados gruesos como Hilos de 20 tex mientras que para los hilados finos (14-16tex) puede ser ver que los hilados del vortex han sido deformado más que los hilados del rotor OE. Generalmente La deformación filar de los hilados (finos y gruesos) del vortex aproximadamente equivalente la deformación filar de los hilados de anillo RS. La deformación filar de los hilados RS, OE, y VS con 17 tex son iguales.

En la Figura 12 se presentan el título del hilo (tex) en función logarítmica del factor de la deformación filar. A partir de esta figura se puede deducir que la correlación entre el factor de deformación filar y el título del hilo en tex es muy elevado, donde el coeficiente de correlación (R^2) entre la deformación filar de los hilados (de anillo RS, los hilados del rotor OE, y los Hilados VS) y el título de los hilados en tex eran 0,94, 0,95 y 0,98, respectivamente. Utilizando la técnica de regresión logarítmica (figure9) se puede predecir el factor de deformación filar como una función en el título del hilo según el tipo de hilar como siguiente (ec. 12, 13, y 14):

$$D_f = \frac{|A_p - A_r|}{A_r} \text{-----} (11)$$

$$D_{f(OE)} = 10^{-2}(15.6 - 3Ln(tex)) \text{-----}(12)$$

$$D_{f(RS)} = 10^{-2}(35.43 - 10.14Ln(tex)) \text{-----} (13)$$

$$D_{f(VS)} = 10^{-2}(41 - 12Ln(tex)) \text{-----}(14)$$

donde

$D_{f(OE)}$ El factor de la deformación filar de los hilados del algodón del rotor OE.

$D_{f(RS)}$ El factor de la deformación filar de los hilados del algodón de anillo RS.

$D_{f(VS)}$ El factor de la deformación filar de los hilados del algodón del vortex VS.

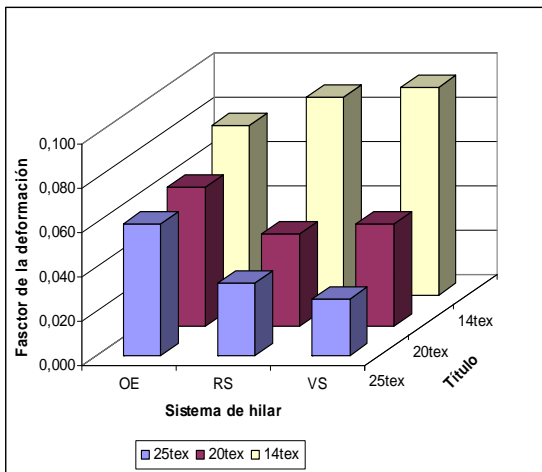


FIGURA 11: Comparación del factor de la deformación filar entre varios sistemas de hilar RS, OE y VS

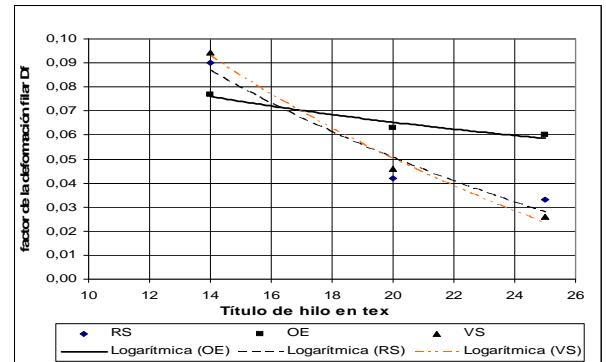


FIGURA 12: El factor de la deformación en función logarítmica del título del hilo

5. CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo es proporcionar un mejor entendimiento de la compactación y otras propiedades de la sección filar de los hilados. Por este propósito, se estudian las siguientes propiedades seccionales de los hilados:

- diámetro menor d
- diámetro mayor D
- excentricidad e
- área del perfil A_p
- área real de la elipse A_r
- perímetro del perfil U_p
- perímetro real de la elipse U_r
- la densidad Pd
- factor de la deformación filar D_f

Las muestras sometidas al estudio han sido producidas en tres diferentes sistemas de hilatura. Dos sistemas comúnmente utilizados en la industria del hilado de hoy: hilatura de anillo RS e

hilatura del rotor OE, y la tercera se trata de un nuevo sistema con muy poca implantación en el mercado, ya que todavía está en fase de investigación (hilatura Vortex VS).

5.1. La densidad fundamental de los hilados viene dado por $Pd = SV_f / SV_y$

5.2. Como comparación, la excentricidad de los hilados de anillo RS, del rotor OE y del vortex eran 0.53, 0.47 y 0.51 respectivamente.

5.3. El diámetro menor (d) de los hilados OE es un 14% y un 8% superior al diámetro menor de los hilados provenientes de RS y VS respectivamente, mientras que el diámetro mayor (D) fue superior en un 8% y un 5% respectivamente. Asimismo, el diámetro menor (d) y mayor (D) de los hilados VS fueron respectivamente sólo un 6% y un 3% superiores, que los diámetros (d, D) de los hilados de anillo RS.

5.4. El área del perfil de los hilados de 14 - 16 tex no difiere mucho con el cambio del sistema

de hilatura. El área del perfil de la sección de los hilados de anillo RS y del vortex de títulos de 14-20 tex, son iguales.

5.5. El perímetro de la sección de los hilados del rotor OE aumentó más que la sección de los hilados RS y VS.

5.6. En todos los sistemas de hilatura, con el aumento de título de los hilados en tex, disminuyó el factor de la deformación filar. El factor de la deformación filar de los hilados del rotor OE ($D_{f(OE)}$) fue mayor que la deformación de los hilados de anillo RS ($D_{f(RS)}$) y que la de los hilados del vortex VS ($D_{f(VS)}$).

5.7. La densidad fundamental de los hilados de anillos RS fue sólo un 6% superior a los hilados del vortex VS, mientras que lo fue en un 16% sobre los hilados del rotor OE.

5.8. El punto óptimo de la densidad y la porosidad de los hilados de algodón fue de 0,5 de cada con volumen específico de hilo en $1,15 \text{ cm}^3/\text{g}$.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Demet Yilmaz, Fatma Göktepe, Özer Göktepe and Dana Kremenkova, "Packing Density of Compact Yarns" *Textile Research Journal*, 77; 661-667 (2007).
2. M.H. Kasem, Y J. A. Tornero "Estudio Comparativo Entre los hilados Vortex Respecto a los Hilados OE rotor y Anillos" Boletín INTEXTER (UPC) N° 130; 25-34 (2006).
3. M. H. Kasem, J. A. Tornero, y A. Riva "Modelo Elíptico para la Sección del Hilado, Parte 1: Predicción y Ajuste de un Modelo Elíptico para Hilados onales de Algodón" Boletín INTEXTER (UPC) N° 130; 35-44 (2006).
4. M. H. Kasem, "Modelo Elíptico para la Sección del Hilado, Parte 2: Predicción y Ajuste de un Modelo Elíptico para Hilados de Algodón del Rotor (OE)" Boletín INTEXTER (UPC) N° 131; 5-16 (2007).
5. Schwarz, E., Certain Aspects of Yarn Structure, *Textile Res. J.* 21 (3), 125-136 (1951).
6. Hearle, J. W. S., Grosberg, P., and Backer, S., "Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics, Volume I," Wiley Interscience, USA, p. 113 (1969).
7. Dog˘u, I., The Distribution of Transverse Pressure in a Twisted Yarn Allowing for the Fiber Migration and Variation of Fiber Packing Density, *Textile Res. J.* 42(12), 726-733 (1972).
8. Hickie, T. S., and Chaikin, M., Some Aspects of Worsted-yarn Structure. Part III: The Fibre-packing Density in the Cross section of Some Worsted Yarns, *Journal of Textile Institute* 65, 432-437 (1973)
9. Driscoll, R. H., and Postle, R., Modelling the Distribution of Fibers in a Yarn, *J. Textile Inst.* 79(1), 141-143 (1986).
10. Neckar, B., Ishtiaque, S. M., and Svehlova, L., Rotor Yarn Structure by Cross-sectional Microtomy, *Textile Res. J.* 79, 625-632 (1988).
11. Punj, S. K., Debnath, S., and Ishtiaque, S. M., Radial Packing Density of MJS Yarns, *Indian J. Fiber Textile Res.* 23(4), 229-232 (1998).
12. Grishanov, S. A., Lomov, S. V., Cassidy, T., Harwood, R. J., The Mechanical Simulation of the Geometry of a Two-component Yarn. Part II: Fiber Distribution in the Yarn Cross-section, *J. Textile Inst.* 88, 352-372 (1997).
13. Morris, P.J., Merkin, J.H., Rennell, R.W., Modelling of Yarn Geometry: Continuous Filament Yarns, *Mathematical Engineering In Industry*, 6(1): 63-78 (1997).
14. Petruelis, D., and Petruelyte, S., Properties of Close Packing of Filaments in Yarn, *Fibers Textiles East. Eur.* 11(1), 16-20 (2003).
15. M. H. Kasem "Aportación tecnológica al proceso de hilatura neumática de zunchado de torsión real de zunchado" tesis doctoral INTEXTER, UPC, (1999).
16. M. H. Kasem, J. A. Tornero, A. Riva "Modelo Elíptico para la sección de Hilos, Parte 3 Predicción de un Modelo elíptico para hilados de Algodón del Vortex (VS), Boletín INTEXTER (UPC) N° 133, 25-34 (2008).