

## Una contribución a la medida de la longitud de las fibras de lana

Por el Prof. Dr. Ing. Federico LOPEZ - AMO

### RESUMEN.

*Se trata de la determinación de la longitud media numérica de las fibras de lana por medio de la medición individual. Se presenta una plantilla que permite la medición de la longitud de fibras extendidas, habiendo perdido su rizado, y al mismo tiempo dicha plantilla permite el registro gráfico de las frecuencias con que se presenta cada uno de los distintos valores de longitud y su recuento instantáneo. Sobre la misma hoja cuadrículada puede realizarse el cálculo estadístico correspondiente para determinar la longitud media (media numérica) y su coeficiente de variación. Queda establecido el procedimiento de muestreo a seguir y el modo operatorio que debe realizarse. Se comparan los resultados obtenidos por este procedimiento con los logrados a través del aparato Baer, del aparato Schlumberger y del aparato Wira, constatándose que la medida fibra a fibra dá unos valores muy próximos a los de la «barba», y que sus coeficientes de variación están muy próximos de los correspondientes a la altura Schlumberger. A través de este procedimiento, el autor realiza un análisis comparativo en el interior del trabajo de los aparatos Baer y Schlumberger. Finalmente, propone la utilización de lo que llama longitud estadística, que viene dada en función de la longitud media numérica y su coeficiente de variación.*

### RÉSUMÉ.

*Il s'agit de la détermination de la longueur moyenne numérique des fibres de laine en les mesurant individuellement. Une platine est présentée qui permet le mesurage de la longueur des fibres étendues ayant perdu leur frisage, ainsi que l'enregistrement graphique des fréquences dont se présente chacune des différentes valeurs de longueur, et son immédiat comptage. Sur la même feuille quadrillée on peut réaliser le correspondant calcul statistique pour déterminer la longueur moyenne (moyenne numérique) et son coefficient de variation. On établit le procédé d'échantillonnage à suivre et le mode opératoire à réaliser. Les résultats obtenus avec ce procédé sont comparés avec ceux atteints par moyen de l'appareil Baer, de l'appareil Schlumberger et de l'appareil Wira, et l'on constate que la mesure fibre à fibre donne des valeurs très proches à ceux de la «barbe», et que leurs coefficients de variation sont très proches de ceux qui correspondent à l'hauteur Schlumberger. L'auteur réalise par moyen de ce procédé, une analyse comparative dans l'intérieur du travail des appareils Baer et Schlumberger. Finalement, il propose l'emploi de ce qu'on appelle longueur statistique, qui est donnée en fonction de la longueur moyenne numérique et son coefficient de variation.*

## SUMMARY.

*This paper deals with the evaluation of the average numerical length of wool fibres by means of individual measurements. A template is introduced enabling the measurement of the length of extended fibres which have lost their crimp, and at the same time this template allows the graphic recording of the frequencies shown by each value of the length as well as its instantaneous recounting. The statistical calculation to determine the average length (numerical mean) and its variation coefficient can be made on the same sheet. A sampling procedure and the operating instructions to follow is set out. A comparison of the results obtained by this procedure and those found by the Baer, Schlumberger and Wira devices is made; the measurement fibre-to-fibre gives very approximate values to those of the «beards», and its variation coefficients are very near to the corresponding of Schlumberger height. Through this procedure, the author carries out a comparative analysis of the Baer and Schlumberger devices. Finally, he proposes the use of what he calls statistical length, given in terms of the numerical average length and its variation coefficient.*

### 0. — Introducción

Desde hace mucho tiempo la industria lanera ha venido midiendo la longitud de las fibras que emplea, como necesario control de aceptación o de producción. Han sido los aparatos de peines (Baer, Suter, Schlumberger, etc.), los más utilizados, mientras que la medida individual de las fibras no se practicaba más que en ciertos y excepcionales casos en los laboratorios, y más tarde han aparecido aparatos electrónicos como el WIRA Newmark o bien el Al-meter, muy aconsejables para la industria, a consecuencia de su rapidez en el trabajo y de la reproductibilidad de sus resultados.

Pero cuando estos aparatos y los métodos diferentes han sido empleados con una cierta profusión, se ha sentido la necesidad de comparar sus resultados y de establecer cuál era verdaderamente el parámetro que cada uno de ellos mide. Son bien conocidas las expresiones y las relaciones siguientes (1):

$$\text{longitud media (media numérica), } \bar{l} = l = (l, l) = \frac{S f l}{S f}; \quad (0,1)$$

longitud media proporcionada a la longitud,

$$(l, l) = \frac{S f l^2}{S f l} = (l, l) \cdot (1 + CV^2_{l,l}); \quad (0,2)$$

“hauteur”, “altura” o longitud media proporcionada a la masa lineal de las fibras,

$$H = (a \cdot \gamma, l') = \frac{S f \cdot a \cdot \gamma \cdot l'}{S f \cdot a \cdot \gamma} = \frac{S P}{S P_u} \quad (\text{para aparatos a peines}) \quad (0,3)$$

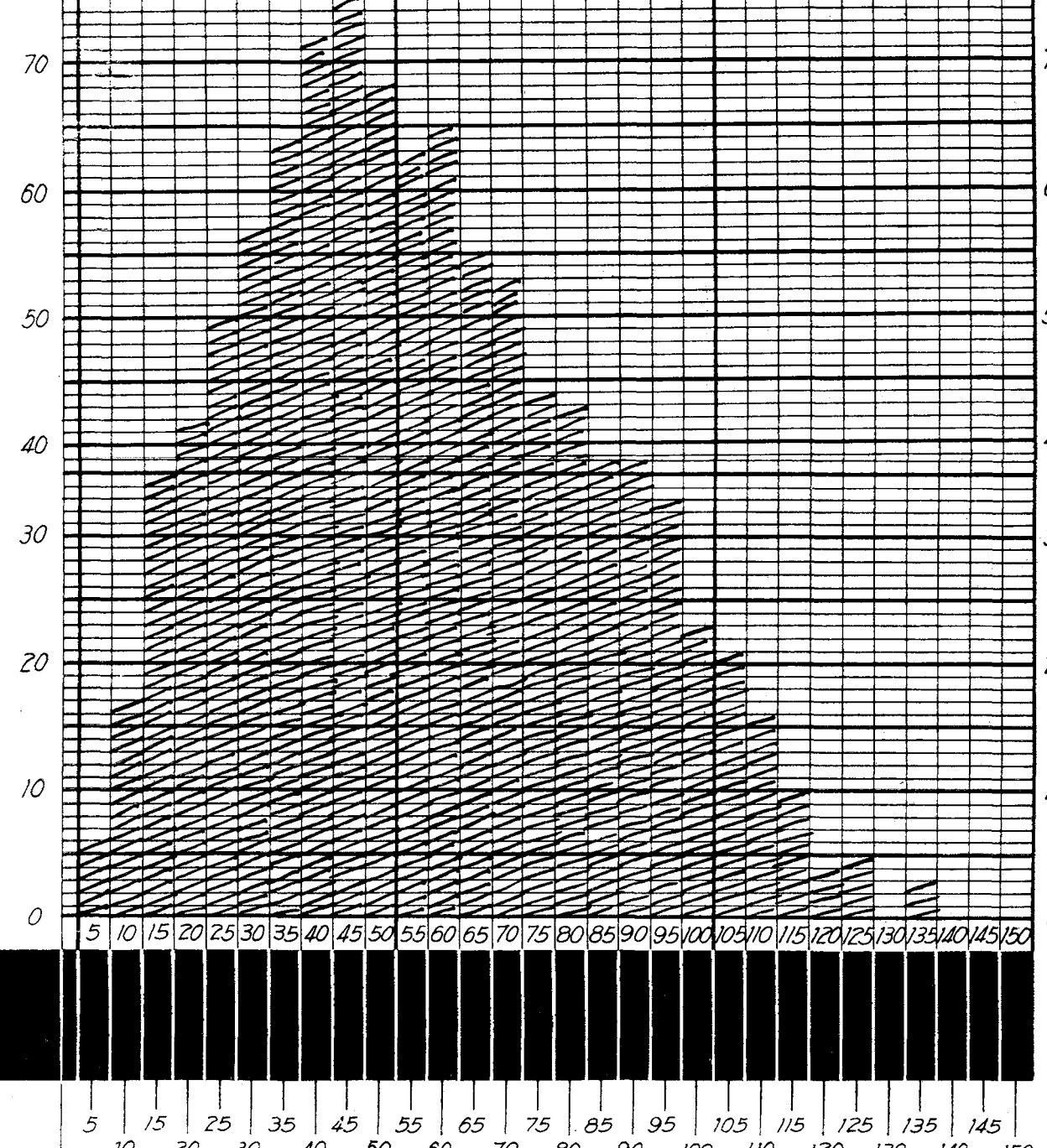
# MEDICION INDIVIDUAL DE LONGITUD DE FIBRAS

Fecha \_\_\_\_\_

Materia Lana peinada A

Operador \_\_\_\_\_

L	F	D	FD	FD <sup>2</sup>
0				
5	6	-13	-78	1014
10	17	-12	-204	2448
15	35	-11	-385	4235
20	42	-10	-420	4200
25	50	-9	-450	4050
30	57	-8	-456	3648
35	64	-7	-448	3136
40	72	-6	-432	2592
45	75	-5	-375	1875
50	68	-4	-272	1088
55	63	-3	-189	567
60	65	-2	-130	260
65	55	-1	-55	55
70	53	0	0	0
75	44	1	44	44
80	43	2	86	172
85	38	3	114	342
90	38	4	152	608
95	33	5	165	825
100	23	6	138	828
105	21	7	147	1029
110	16	8	128	1024
115	10	9	90	810
120	4	10	40	400
125	5	11	55	605
130				
135	3	13	39	507
140				
145				
150				



Observaciones
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

$$\bar{l} = l_A \pm 5m = 70 - 13.45 = 56.55 \text{ mm}$$

$$\sigma = 5\sqrt{M - m^2} = 5\sqrt{66.36 - 72.3^2} = 26.95$$

$$CV = \frac{100\sigma}{\bar{l}} = \frac{26.95}{56.55} = 47.65\%$$

$$m = \frac{S(FD)}{S(F)} = \frac{-2696}{1000} = -2.69 \text{ mm}^2$$

$$M = \frac{S(FD^2)}{S(F)} = \frac{36362}{1000} = 36.36$$



“barba” o longitud media proporcionada al peso,

$$B = (a \cdot \gamma \cdot l', l') = \frac{Sf. a. \gamma \cdot l'^2}{Sf. a. \gamma \cdot l'} = \frac{SP l'}{SP}$$

(para aparatos a peines) (0,4)

siendo  $B = H (1 + CV^2_{a,l'}) = KH$ ; (0,5)

y se sabe que siendo  $l'$  la longitud de la fibra en su estado semi-rizado, puede ser la causa de frecuentes errores. La “altura” debe quedar bastante próxima de la longitud media numérica y la “barba” (que viene a ser un 30 % más elevada que la “altura”) no se aparta mucho de la longitud media proporcionada a la longitud.

### 1. — La medida individual. Nuestra hoja estadística

A consecuencia de haber empleado un aparato de teclas para la medida individual de las longitudes de fibra, con diagramador de frecuencias a bolas o perdigones, surgió la idea de simplificar al máximo el instrumental a utilizar en este método. Si además de medir las longitudes se tiene necesidad de hacer un recuento de ellas y de practicar su cálculo estadístico, se nos sugirió encerrar todo lo que concierne a estas operaciones en una simple hoja de papel como se vé en las láminas I y II.

En ellas se tiene, primero, el sistema de medida, que está formado por una escala sobre fondo negro con líneas blancas separadas de 5 mm, dando lugar cada zona a un grupo de fibras cuyas longitudes difieren como máximo en  $\pm 2,5$  mm, sobre la longitud media nominal del grupo. El marcar, mediante un trazo, las casillas de la columna situada sobre cada zona, según las fibras que se miden, presenta muy rápido el recuento de las frecuencias de cada grupo, cuando se ha de preparar el cálculo estadístico. Por otra parte, existe en la parte baja de la hoja una cuadrícula para hacer el recuento de las fibras al mismo tiempo que se las marca sobre las casillas del cuadro.

1.1. — *Muestreo*. — Puesto que para la medida individual de las fibras, si no se realiza sobre un número muy elevado de ellas, la muestra debe ser escogida con un cuidado extraordinario, la operación del muestreo será siempre muy delicada, con el fin de evitar el riesgo de un sesgo que presentaría un colectivo muy fuertemente proporcionado a la longitud de las fibras. Teniendo en cuenta los métodos propuestos por diferentes autores, hemos adoptado las siguientes técnicas:

1.1.1. — Para mechas, peinadas o no.—

Abriendo cuidadosamente una cinta o mecha bajo la forma de un velo de unos 10 cm de anchura, se la sujeta por medio de una placa de vidrio, y se la corta transversalmente con tijeras, muy cerca de uno de los bordes de la placa. Después, con la ayuda de una fuerte pinza (como la del aparato Baer), se separan las fibras que han quedado cortadas cerca del borde de la placa, “mordiéndolo” cada vez como unos 2 mm de mecha en profundidad. Se repiten de nuevo estas extracciones sobre otros 2 mm de mecha, que queda ya a punto para hacerle el primer muestreo. Éste se practica únicamente sobre una anchura de alrededor de 1 cm, haciendo la extracción de las fibras en dirección axial de la mecha, pero no “mordiéndolo” esta vez más que en una profundidad de 1 mm. Se repite el conjunto de operaciones (corte transversal y extracciones sucesivas) unos 10, 15 ó 20 cm más lejos en la mecha (según longitud de fibra) y se hace un segundo muestreo sobre

otro centímetro de anchura. Se sigue así hasta lograr un número de fibras que constituyan el tamaño de la muestra de ensayo prefijada, y se habrá tenido un muestreo numérico en sección a partir de las cabezas de fibras, que habrá seguido las directrices del "Cut Squaring Methods" de Daniels-Palmer (2).

#### 1.12. — Para una masa de fibras. —

Se puede seguir el mismo método descrito, pero realizando previamente una preparación que produciría la mecha de base para el muestreo. Esta preparación consiste en: 1.º, someter las fibras a la acción de un mezclador-homogeneizador ("blender") de laboratorio; 2.º, pasar el velo formado en el mezclador por un tren estirador varias veces sucesivas, doblando si conviene, hasta obtener una mecha de unos 5 ktex por lo menos, pero mejor de 10 ktex o más si es posible. Ciertamente, es una preparación que romperá algunas fibras; pero es también bien cierto que cualquier otro muestreo que se haga sobre una masa de fibras ("dividir y desechar", tan empleado frecuentemente) resulta sesgado y causante de otros errores.

1.2. — *Modo operatorio.* — Habiendo obtenido cada una de las pequeñas muestras parciales, se deben medir una a una todas las fibras contenidas en ellas. Se puede actuar como sigue:

Después de la toma de un mechón por medio de la pinza plana, se le lleva sobre la escala negra de la hoja, colocando el borde de la pinza sobre la línea blanca del cero y dejando el mechón hacia la izquierda, sin abrir todavía la pinza; el mechón se cubre enseguida por una lámina de vidrio (porta-objetos de microscopio) de un peso aproximado de 7,5 gramos con su borde paralelo y lo más próximo posible a la línea del cero. Apoyando sobre la lámina de vidrio la mano izquierda, se abre y se retira la pinza con la derecha; y con mucho cuidado se corre todo el conjunto hasta que el borde de la lámina se encuentre sobre la línea del cero.

Para tomar las fibras y medirlas, es preciso emplear unas pinzas de puntas muy agudas. Se toma entonces la cabeza de una fibra, se tira de ella hacia la derecha deslizándola sobre la punta de las pinzas sobre la escala negra hasta que la fibra deje de estar extendida. Por medio de un lápiz se hacen dos trazos, uno sobre el cuadro situado encima de la escala, y el otro debajo, sobre la cuadrícula del recuento. Sucesivamente se toman todas las fibras, hasta las muy cortas, que se encuentran bajo la lámina de vidrio; y cuando se ha terminado esta muestra, se toma la segunda muestra, y se opera como hasta aquí.

No es rápido este método, es cierto. Pero se pueden medir bien unas 250 fibras o más aún, durante 1 hora, comprendido en este tiempo el muestreo.

1.3. — *Resultados que se constatan.* — Hemos realizado numerosos ensayos empleando este método, sobre lotes de fibras de lana, pero también con fibras más cortas, como las de algodón y otras. Hemos comparado los resultados obtenidos con los que nos han proporcionado otros métodos y aparatos sobre los mismos lotes de materia.

Y presentamos a continuación los resultados obtenidos sobre dos lotes bien distintos de lana peinada, que se han inscrito en la Tabla I. Se pueden deducir algunas conclusiones, lo que haremos más tarde.

TABLA I

*Longitud de dos lanas siguiendo diferentes métodos*

	Lana A		Lana B	
	$l$	CV	$\bar{l}$	CV
Aparato Baer	48'-	66'5	53' -	66' -
Aparato Schlumberger				
Altura	48'8	47' -	55'4	42'3
Barba	59'5	40' -	65'3	34' -
Longitud estadística	71'7	—	78'6	—
Aparato WIRA				
Altura	43'5	60'6	54'4	41' -
Barba	59'4	44'5	63'5	35'1
Longitud estadística	69'8	—	76'6	—
Hoja estadística				
sobre 500 fibras	57'2	44'9	60'3	43'8
sobre 1.000 fibras	56'6	47'6	63'4	41'5

Se observa una aparente correlación normal entre los resultados de los tres aparatos Baer, Schlumberger y Wira y muy similar a la que ha encontrado Rouseau (3), en un trabajo anterior. Y se constata que la medida fibra a fibra realizada por medio de la hoja estadística (que llamamos también longímetro estadístico), da unos valores que son muy próximos a los de la "barba", tanto Schlumberger como Wira, y mayores que los que proporciona el aparato Baer; y que los coeficientes de variación que suministra están muy próximos de los correspondientes a la "altura" Schlumberger.

Aunque el muestreo practicado en sección sea numérico y proporcionado a la longitud, los valores obtenidos por medida individual de fibras son comparables a los que se obtienen como longitud de "barba" en los aparatos Schlumberger y Wira.

Hemos comparado también la relación existente entre la longitud de "altura" y la de "barba" para la lana, con la relación que existe para el algodón entre la longitud llamada media y la que se designa como longitud efectiva (4) por los expertos algodoneros. Según la fórmula (0,5) tenemos para la lana una expresión de la barba en función de la altura y del CV como medida de la dispersión de longitudes. Ya habíamos considerado en 1956 (5) que la longitud efectiva del algodón, siendo una longitud comercial pero también una longitud técnica en el campo de la hilatura, podría muy bien ser función de un parámetro de posición (media aritmética) y de otro de dispersión ( $\sigma$  o bien CV), puesto que en nuestro trabajo experimental habíamos constatado la alta correlación (0,91) existente entre  $\bar{l}$  y  $\sigma$ . Fue por esto por lo que entonces aconsejamos tomar como longitud efectiva o longitud estadística la expresión

$$l_e = \bar{l}(1 + CV), \quad (1,1)$$

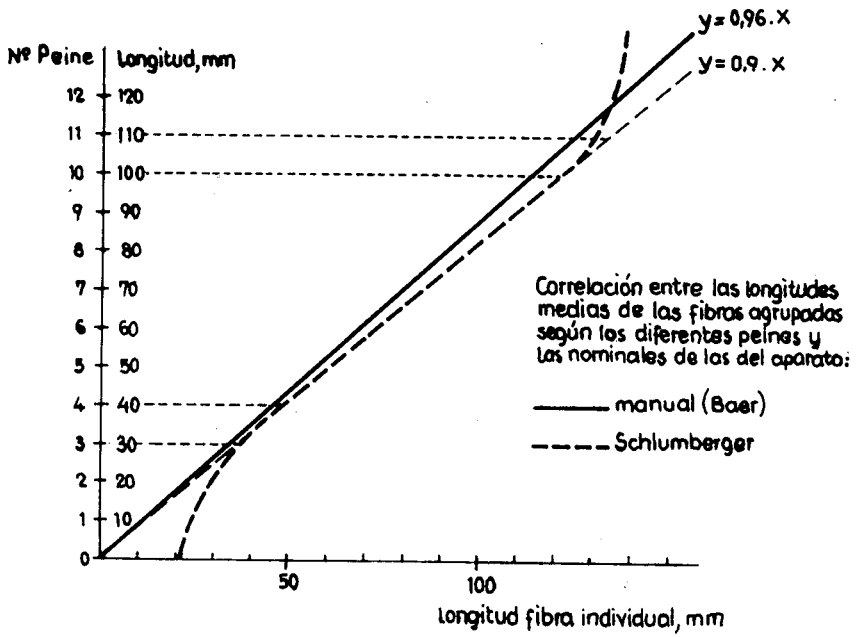


Fig. 1

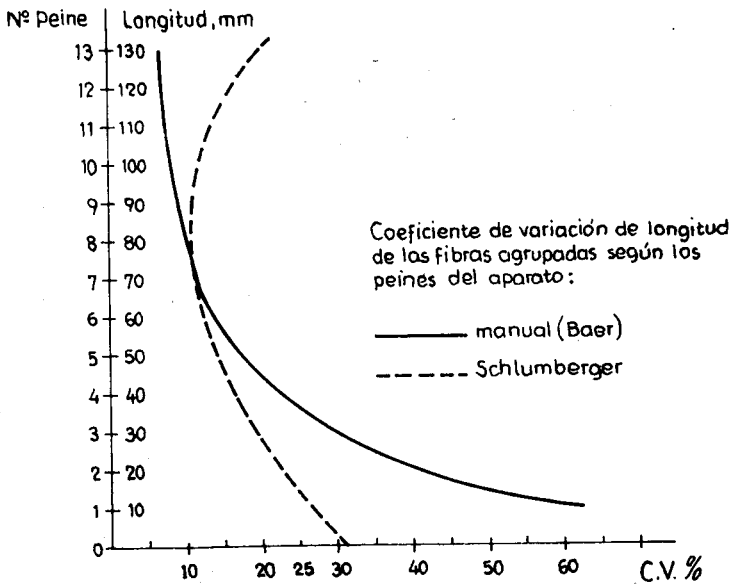


Fig. 2



que da valores un poco más altos que los subjetivos que proporciona el clasificador experto algodonero. Si aplicamos esta fórmula a la "altura" de la lana, se encuentran longitudes muy superiores a la longitud de "barba", lo que resulta un dato más manejable en la hilatura, y tal vez más deseable para los comerciantes.

Pero la aportación que podemos hacer hoy en estas páginas, es el análisis comparativo en el interior del trabajo de los aparatos Baer y Schlumberger por medio de estas hojas estadísticas. Este análisis se encuentra resumido en las figs. 1 y 2.

Hemos medido 200 fibras de las extracciones de cada peine, tanto en un aparato como en el otro. Tomando las medidas de los ensayos practicados en este trabajo, hemos construido la fig. 1 con la correlación entre las longitudes medias de las fibras agrupadas según los diferentes peines y las longitudes nominales de esos peines con los dos aparatos. Se encuentra una mayor correlación para el aparato Baer, y se ve que para el Schlumberger, la correlación lineal se mantiene entre los peines 3-4 y los 10-11 para lanas examinadas, mientras que para los primeros y para los últimos se deforma perdiendo la linealidad, a causa de las fibras que se encuentran en ellos. fuera del lugar que les corresponde. Es la presencia de estas fibras, verdaderamente extrañas a los grupos en los que han sido clasificadas por el aparato Schlumberger, la que da lugar a coeficientes de variación muy elevados, especialmente para los peines de fibras largas; lo que se ve claramente en la fig. 2, donde se comparan los coeficientes de variación en el interior de los dos aparatos.

## 2. — Conclusiones

1. La medida individual de las fibras sobre la hoja estadística se presenta como una operación que no es muy larga ni muy engorrosa.
2. Las longitudes obtenidas por medio de esta hoja estadística son muy próximas y comparables con las que proporcionan los aparatos Schlumberger y Wira.
3. Se podría utilizar una "longitud estadística" para la lana, en función de la lana, en función de la "altura" y de su CV, que da valores más altos que los de la "barba", pero que serían más directamente aplicables en hilatura.
4. Tanto el aparato Baer como el Schlumberger proporcionan resultados que son aceptables para el conjunto de su trabajo y parcialmente para los peines centrales, pero no para los extremos. Los coeficientes de variación son también normales en el centro del campo de trabajo, y más grandes para los peines extremos.

## 3. — Agradecimientos

El autor agradece muy sinceramente, a D. José M.<sup>a</sup> Pons, por su eficaz colaboración en cuanto al proyecto y diseño de la hoja estadística.

A los Acondicionamientos de Tarrasa y de Sabadell por su ayuda, respectivamente, sobre la utilización de los aparatos Wira y Schlumberger.

A los colaboradores de este Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial.

A la Srta. Concha Bayó, por su paciente trabajo y su eficiente colaboración a lo largo de la puesta a punto de las técnicas ensayadas.

#### 4. — *Bibliografía*

- (1) Monfort, F. — “Aspects Scientifiques de l'Industrie Lainière”. Dunod, París, 1960.
- (2) Wool Res. 3, Chap. II.
- (3) Rousseau, L. — “Quelques mesures comparatives de longueur de fibres”. — F. L. I., C. T., 1962, Oslo.
- (4) Rochrich, O. — “La fibre de coton”. Ed. Ind. Text., París, 1948.
- (5) López-Amo, B., et Serrano, J. A. — “Significación estadística de la longitud efectiva de las fibras de algodón”. — Bol. Lab. Investig. Esc. Ing. Tarrasa, n.º 1, 1956.