

# EVALUACION DEL CAYENTE DE LOS TEJIDOS: METODOS Y METRICA.

*Por: Xavier Capdevila, Ramón Comas, Ferran Parés.*

*Departamento de Ingeniería Textil y Papelera  
(Universidad Politécnica de Cataluña)*

*Bajo el título “Relación entre el cayente y los parámetros mecánicos de los tejidos” publicado en el N° 462 de noviembre del 2008 de esta revista introducimos el concepto de cayente, y comentamos unas experiencias para encontrar unas relaciones entre el coeficiente de caída y las características estructurales y los parámetros funcionales de los tejidos analizados. En el presente artículo comparamos varios métodos para valorar el coeficiente de caída y profundizamos en su métrica: valoramos los tejidos con distintos indicadores propuestos por investigadores y determinamos las relaciones entre ellos.*

## **1. INTRODUCCION**

La industria textil y confección está familiarizada con las medidas de las propiedades físicas ó mecánicas de los tejidos, como el ensayo de abrasión, el ensayo de tracción, el ensayo del pilling, etc. En la mayoría de estos ensayos se someten a los materiales textiles en condiciones de gran severidad – desgaste, desgarro, rotura – y están proyectados para determinar si fallarán en su ciclo de vida. Proporcionan información numérica para asegurar que los materiales cumplan con las especificaciones. Sin embargo hay otras propiedades de comportamiento bajo esfuerzos débiles – muy por debajo del “fallo” – y propiedades sensoriales que se acostumbran a evaluar de forma subjetiva.

En las operaciones comerciales, y en la vida cotidiana, se caracteriza a los tejidos por medio de una serie de adjetivos universalmente aceptados: firme-flexible, lleno-flojo, áspero-suave, caliente-frío, brillante-apagado, traslúcido-opaco, etc. Todos estos adjetivos (subjetivos) hacen referencia al comportamiento visual y táctil de los materiales textiles y afectan a su aspecto y estética. Todos estos adjetivos pueden englobarse en un parámetro textil denominado “mano” del tejido (en la literatura técnica “Fabric handle”).

El concepto “mano” fue introducido en 1930 por F.T. Peirce en su trabajo “The Handle of Cloth as Measurable Quantity”, y en la década de 1980 el profesor Kawabata de la Universidad de Kyoto desarrollo un sistema completo de mediciones a baja carga diseñado especialmente para la evaluación de la mano de los textiles denominado KES; posteriormente, y como alternativa simplificada del sistema KES, apareció el FAST, resultado de las investigaciones de la CSIRO.

Estos sistemas de medición objetiva de los materiales textiles permiten evaluar la mano por aproximación analítica: descomponemos el concepto en sus componentes físicos elementales. Otra posibilidad de evaluación objetiva es por aproximación sintética: por medio de un solo instrumento expresamos directamente la mano ó al menos algunos de

sus aspectos predominantes. No obstante esta evaluación sintética ó global necesita correlacionar los resultados con una valoración consensuada de expertos.

En esa segunda línea se han desarrollado equipos para proporcionar una medición objetiva de la mano, ó más frecuentemente del cayente (en la literatura técnica “drape”) de los materiales textiles.

Según British Standard Institute (BS 5058, 1974-1978) el cayente es la forma como se despliega – deformándose – el tejido cuando cae por su propio peso y la Norma Española (UNE 40-383-79, 1979) define el cayente como la capacidad de un tejido ó tela a deformarse bajo su peso, formando, con lo cual pliegues naturales. De estas definiciones se desprende que el cayente es un fenómeno complejo que implica deformaciones bajo pequeños esfuerzos.

Fue Peirce quien inició en 1930 los trabajos para la evaluación objetiva del cayente, y desarrolló el método del voladizo (en la literatura técnica “cantilever method”): el material representa el voladizo de una viga que al ser cargada por su propio peso se dobla y la secante que define sus extremos define un ángulo con la horizontal, como se aprecia en la figura 1.

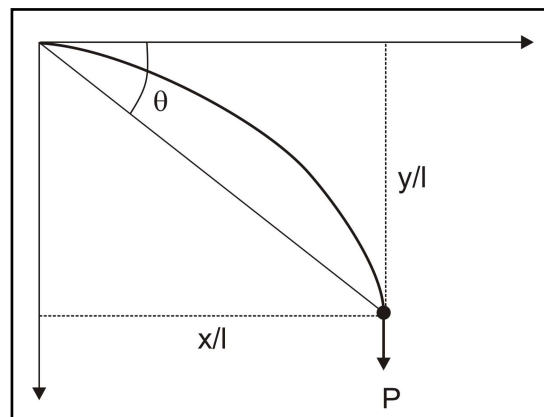


Figura 1: principio físico el método del voladizo

Siendo  $l$  la longitud de la muestra (voladizo), la longitud de curvatura  $c$  se define como una función del ángulo de la secante:

$$c = l \cdot f(\theta)$$

Y esta función del ángulo puede definirse como:

$$f(\theta) = \frac{1}{2} \left( \frac{\cos \frac{\theta}{2}}{\operatorname{tg} \theta} \right)^{1/3}$$

La rigidez de curvatura es calculada mediante la siguiente expresión:

$$B = P \cdot c^3$$

Siendo

B rigidez de curvatura ó rigidez de flexión ( $\mu\text{N}\cdot\text{m}$ ).

P masa superficial del material ( $\text{g}/\text{m}^2$ ).

C longitud de curvatura (m).

Como resultado de los trabajos de Peirce se han desarrollado aparatos comerciales basados en el principio descrito (método del voladizo), como el medidor Shirley y mas recientemente el FAST-2. Ambos instrumentos miden la longitud de voladizo l necesario para dar un ángulo de la secante de  $41,5^\circ$ . La elección de este ángulo está basada en que la longitud de curvatura es la mitad de la longitud del voladizo:

$$\cos(\theta/2) / \text{tg} \theta = 1,05 \approx 1$$

$$B = P \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

Y entonces la longitud de curvatura es una cierta medida de la rigidez de flexión:

$$c = \left(\frac{B}{P}\right)^{1/3}$$

El método del voladizo ha sido usado para la valoración (indirecta) objetiva del cayente, no obstante la medición en dos dimensiones no refleja su naturaleza real que implica deformaciones en tres dimensiones, y expresado en términos prácticos, el método es incapaz de discriminar, con valores de rigidez, entre un tejido y un papel.

Para superar las limitaciones bidimensionales, Chu y otros investigadores desarrollaron en 1950 el medidor del cayente tridimensional (en la literatura técnica "drapemeter"): básicamente, consiste en suspender una muestra circular sobre un disco soporte situado sobre un pedestal y la valoración del cayente se obtiene por medio de un coeficiente (en la literatura técnica "drape coefficient", y por sus siglas "DC") que relaciona el área del anillo formado por el perfil proyectado de la muestra caída con el disco soporte y el área del anillo formado por los dos círculos, el de la muestra y el del soporte. Más tarde, 1965, Cusick desarrolló un medidor, basado en el mismo principio, pero usando un planímetro para determinar el área proyectada, y expresando el coeficiente como un porcentaje.

Otra modificación del medidor realizada por Cusick en 1968 es obtener el coeficiente como una relación de pesos: el perfil proyectado se resigue sobre un anillo de papel cuyos diámetros se corresponden con la muestra original y el disco soporte, y de peso determinado, se recorta según el patrón dibujado y se pesa, entonces la relación entre el peso del papel recortado y el papel original define el coeficiente de caída.

Mucho más recientemente, las principales modificaciones del medidor del cayente están en el uso de las técnicas de análisis de imágenes. Vangheluwe y Kiekens (1993), Ruckman (1998), Robson y Long (2000), Kalaoglu y Usbas (2001) son, entre otros, investigadores que han aplicado estas técnicas. Sin embargo, a pesar de estas mejoras de la instrumentación, el coeficiente de caída expresado como una relación de áreas resulta insuficiente para describir el aspecto del tejido caído. Por tal motivo los investigadores también han propuestos indicadores que especifiquen mejor el tejido.

La comparación entre medidores del cayente y la aplicación de algunos de estos nuevos indicadores es el objetivo del artículo.

## 2. MEDIDORES DEL CAYENTE

Consideramos dos equipos medidores, uno mecánico y otro óptico, y cuatro sistemas de medición del DC, dos manuales y dos digitales.

El medidor mecánico se ha construido en el taller de Tisaje del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, y se puede observar su dibujo en la figura 2 y el ensayo físico en la figura 3. El disco soporte es de 18 cm. y la muestra utilizada es de 30 cm. según la norma UNE 40-383-79. El disco metálico lleva una aguja en su centro para colocar correctamente el centro de la probeta, y está sobre una varilla que actúa de pedestal; en la base se dispone un disco graduado. La varilla puede girar libremente sobre su eje, bien para aplicar un movimiento de rotación para que el tejido caiga con más naturalidad, bien para facilitar la lectura de los diámetros de las distintas zonas de la muestra caída por medio de dos varillas verticales deslizantes.

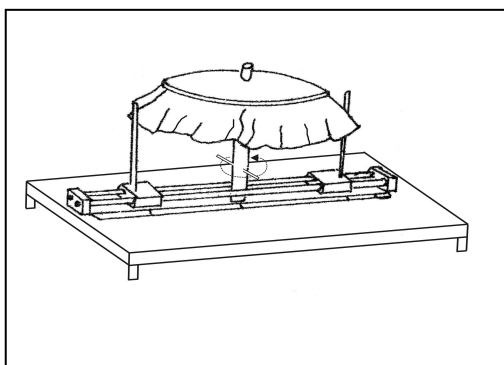


Figura 2: esquema medidor manual.



Figura 3: medidor manual.

Para cada muestra en el medidor se calcula el diámetro medio  $D$  a partir de ocho medidas, girando el disco soporte  $1/16$  de vuelta. Y de acuerdo con la geometría de la figura 4 el cálculo del coeficiente de caída – lo designaremos por las siglas DC – se efectúa como sigue:

$$DC = \frac{\pi R^2 - \pi r^2}{\pi R_0^2 - \pi r^2} \times 100 = \frac{R^2 - r^2}{R_0^2 - r^2} \times 100 = \frac{D^2 - d^2}{D_0^2 - d^2} \times 100$$

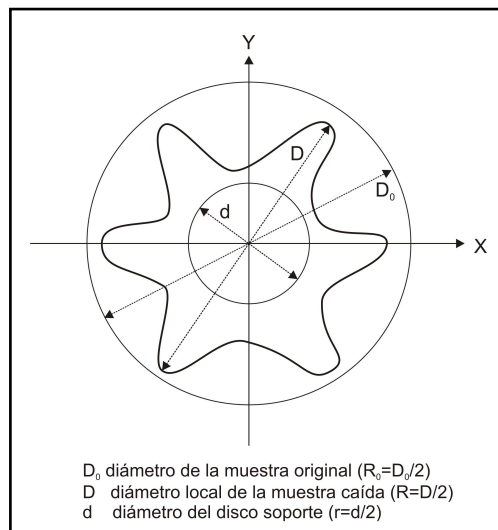


Figura 4: geometría del medidor de caída.

Siendo  $D_0=30$  cm y  $d=18$  cm queda:

$$DC = \frac{D^2 - 324}{576} \times 100$$

El segundo equipo es el más ampliamente aceptado como medidor, y suele denominarse medidor Cusick; el esquema se muestra en la figura 5 y su aspecto (versión clásica) se observa en la figura 6.

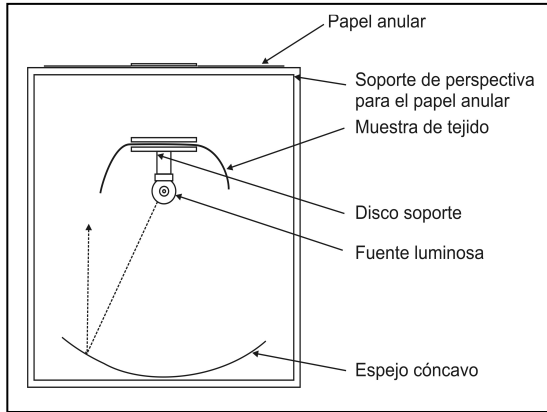


Figura 5: esquema medidor Cusick



Figura 6: medidor Cusick

El coeficiente de caída se calcula – tal como se ha comentado – por la relación entre el peso  $W_1$  del anillo de papel recortado según el patrón de sombra proyectado (zona sombreada en la figura 7) y el peso del anillo de papel original (corona blanca en la figura 7):

$$DC = \frac{W_1}{W_2} \cdot 100$$

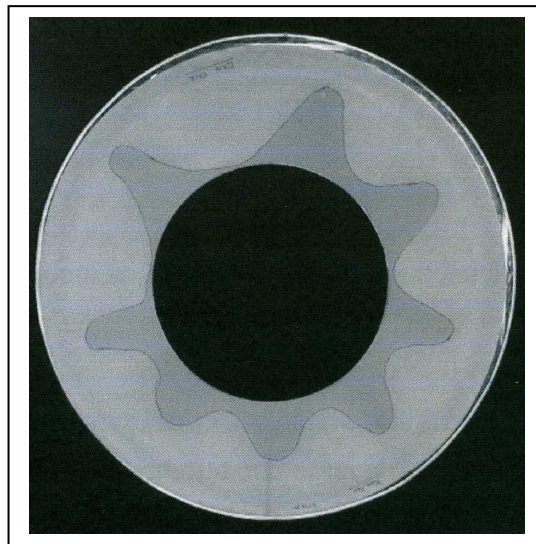


Figura 7: perfil de la muestra proyectada.

Los otros dos sistemas para calcular el DC no utilizan medios mecánicos ni ópticos como los descritos sino que se analiza la imagen del tejido situado en el medidor mecánico, tras ser captado por una cámara, tal como muestra el dibujo 8.

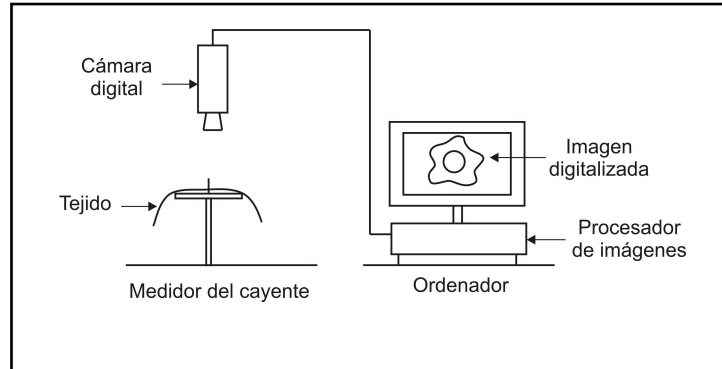


Figura 8: análisis digital del tejido caído.

En la figura 9 se aprecia una imagen a capturar y en la figura 10 el sencillo montaje realizado.



Figura 9: tejido en el medidor mecánico.



Figura10: montaje de la cámara.

La imagen del tejido (caído) almacenado en el ordenador se tiene que procesar para calcular su área; puede recurrirse al conocido programa AUTOCAD pero hemos optado por un sencillo programa freeware , el Imagen Tool, y por otra parte hemos utilizado, también, un programa propio del sector textil para el diseño de tejidos, el Penélope, que aunque no está proyectado, obviamente, para el cálculo de áreas, a través del filtrado de colores podemos determinarlas.

La secuencia de las etapas a realizar son las siguientes:

1. Capturar la imagen.
2. Acondicionar la imagen en la pantalla: recortar, ampliar.
3. Calibración de la imagen.
4. Marcar el perfil que delimita el área a calcular:  
Imagen Tools: segmentar el perfil.  
Penélope: filtrar colores.
5. Cálculo automático del área.

El coeficiente de caída se calcula mediante la siguiente expresión:

$$DC = \frac{\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ total de pixels}}{\text{pixels/cm}^2} \right) - \text{Area del disco soporte}}{\text{Area de la muestra} - \text{Area del disco soporte}} \times 100$$

Siendo el diámetro de la muestra 30 cm y el del disco soporte 18 cm las áreas en cm<sup>2</sup> se escriben en la expresión anterior y queda:

$$DC = \frac{\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ total de pixels}}{\text{pixels/cm}^2} \right) - 254,46}{706,84 - 254,46} \times 100$$

$$DC = \frac{\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ total de pixels}}{\text{pixels/cm}^2} \right) - 254,46}{452,38} \times 100$$



### 3. PARAMETROS DE MEDIDA DEL CAYENTE.

Los tejidos pueden ser clasificados numéricamente por el coeficiente de caída DC, que es un valor comprendido entre 0 y 1: un valor bajo indica grandes deformaciones propias de un tejido flexible y un valor alto indica pequeñas deformaciones propias de un tejido rígido.

No obstante, el coeficiente de caída, expresado como una relación de áreas ó su equivalente en pesos, no describe con precisión el cayente de los tejidos, caracterizado, principalmente, por la formación de pliegues en el espacio. Consecuentemente, los investigadores han propuesto parámetros alternativos al coeficiente de caída (DC) para tener en cuenta, en cierta medida, la forma de los pliegues. Algunos de estos se describen seguidamente.

Stylios y Zhu (1997) definen el índice de profundidad de los pliegues ( $D_e$ ) como una relación de diferencia de radios, tal como indica la expresión siguiente que hace referencia a la figura 11:

$$D_e = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_0 - r}$$

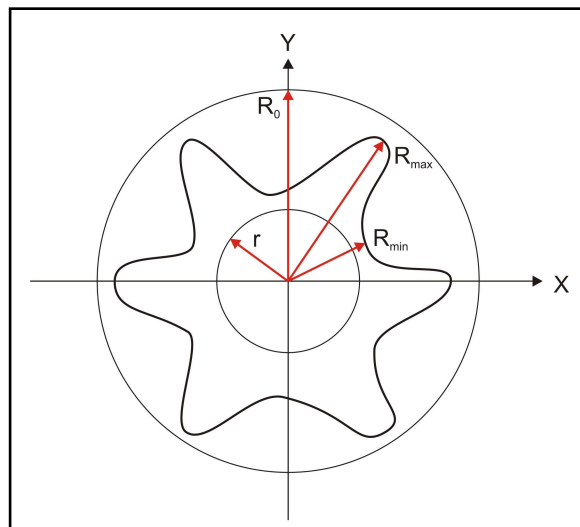


Figura 11: elementos del parámetro  $D_e$

La diferencia de radios del numerador contempla la profundidad máxima de los pliegues, y si es elevada marcará grandes deformaciones y el valor del indicador será alto.

Jeong (1998) propone, como alternativa al coeficiente de caída DC, la distancia de caída  $R_d$ , como una relación de diferencias de radios, tal como se indica la expresión siguiente que hace referencia a la figura 12:

$$R_d = \frac{R_0 - \bar{r}_i}{R_0 - r} \times 100$$

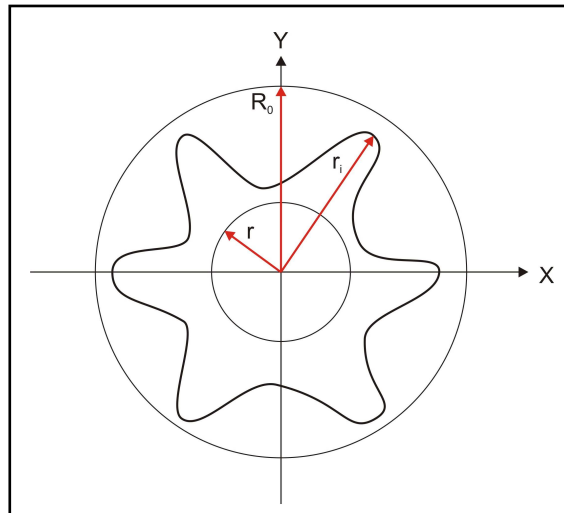


Figura 12: elementos del parámetro  $R_d$

La diferencia de radios del numerador corresponde a la diferencia entre el radio de la muestra original y el promedio de los radios que definen el perfil de la muestra caída, y cuanto más pequeña, menos deformaciones sufrirá el tejido, más rígido, y el indicador dará un valor bajo.

Robson y Long (2000) miden el perfil circular del cayente (CIRC) según la siguiente expresión que corresponde a la figura 13:

$$CIRC = 4 \pi \times \frac{A_0}{p^2}$$

Siendo

$A_0$  área proyectada.

$p$  perímetro del área proyectada.

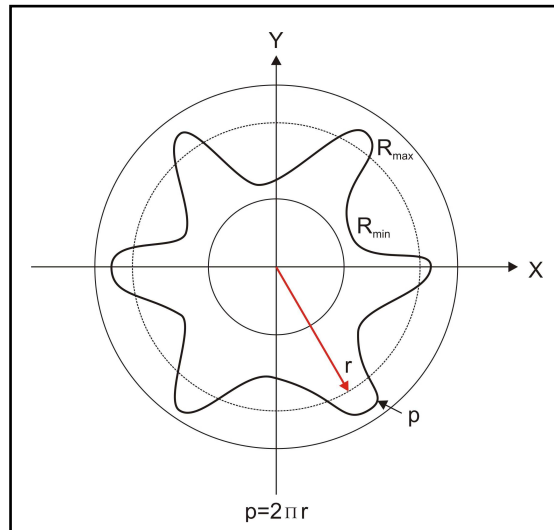


Figura 13: elementos del parámetro CIRC

El CIRC es una relación de áreas proyectadas, el área del numerador se calcula según el medidor que se utilice, y el denominador se calcula a partir del perímetro de su perfil, de esta forma se tiene en cuenta la forma de los pliegues (a mayor perímetro mayor número y/o profundidad de los pliegues):

$$p = 2\pi r \rightarrow r = \frac{p}{2\pi}$$

$$A = \pi r^2 = \pi \left( \frac{p}{2\pi} \right)^2 = \frac{p^2}{4\pi}$$

$$\text{CIRC} = \frac{A_0}{\frac{p^2}{4\pi}} = 4\pi \frac{A_0}{p^2}$$

El valor de CIRC está dentro del rango de 0 a 1, un valor hacia el cero para perfiles complejos y el valor 1 para el círculo perfecto.

Sharma, Behera, Roedle y Schenk (2004) proponen como parámetro la amplitud promedio de los pliegues medido por la relación media entre amplitud y radio  $A/r$ , según la siguiente expresión que corresponde a la figura 14:

$$A/r = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{r}$$

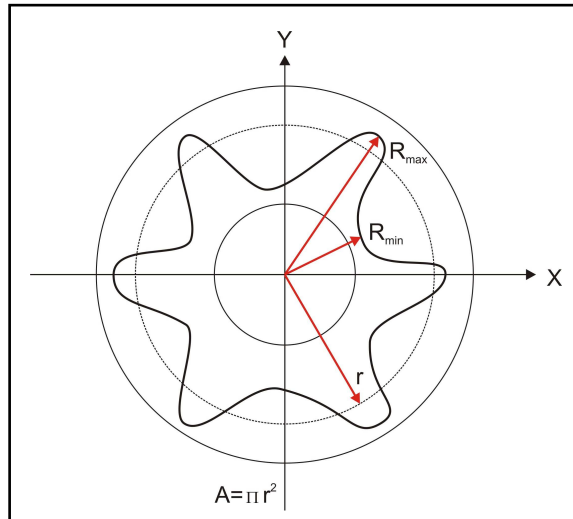


Figura 14: elementos del parámetro A/r

El parámetro A/r es la relación de la amplitud media de los pliegues al radio de un círculo ficticio que tiene la misma área que la proyectada:

$$A/r = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{\sqrt{\frac{A_0}{\pi}}} = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{r}$$

Cuando el radio r se aproxima a  $R_0$  (radio de la muestra) el tejido apenas se deforma y la amplitud de los pliegues es pequeña y, por tanto, el parámetro A/r da un valor alto, y cuando r disminuye el tejido se deforma más, la amplitud es mayor, y el parámetro A/r da un valor bajo.

#### 4. TEJIDOS

Para realizar los ensayos correspondientes a los epígrafes 3 y 4, hemos utilizado ocho tejidos de calada de diversos sectores y aplicaciones. Las características estructurales de estos tejidos se exponen en la tabla 1. La determinación del peso se ha realizado según la norma UNE-EN 12127, y la determinación del espesor según UNE-EN ISO 5084.

TEJIDO	APLICACION	FIBRA (100%)	LIGADO	DENSIDADES (h/cm)		PESO (g/m <sup>2</sup> )	ESPESOR (mm)
				urdimbre	trama		
A	Forrería	PES	Tafetán	45	45	76,39	0,15
B	Forrería	PES	Tafetán	70	24	104,83	0,16
C	Camisería	CO	Tafetán	57	35	112,33	0,2
D	Camisería	CO	Tafetán	53	25	115,58	0,25
E	Tejano	CO	Sarga de 3	26	18	368,39	0,86
F	Tejano	CO	Sarga de 3	26	17	445,35	0,93
G	Tapicería	CO	Jacquard	40	48	395,98	0,95
H	Tapicería	CO	Jacquard	40	42	382,40	1,04

Tabla 1: características de los tejidos.

Las imágenes de las muestras correspondientes a estos ocho tejidos se visualizan en las figura 15 a 22. Las muestras se han cortado con un diámetro de 30 cm y están suspendidas en el medidor mecánico. La tira de plástico que se observa sirve para la calibración de la imagen puesto que se marca una distancia conocida sobre la misma.



Figura 15: tejido A



Figura 16: tejido B



Figura 17: tejido C



Figura 18: tejido D



Figura 19: tejido E



Figura 20: tejido F



Figura 21: tejido G

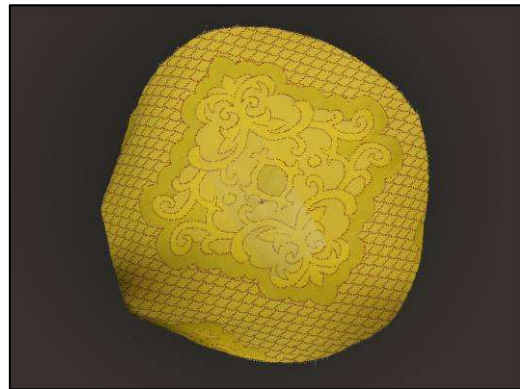


Figura 22: tejido H

## 5. EXPERIMENTACION Y RESULTADOS

En primer lugar, comparamos los cuatro procedimientos para el cálculo del coeficiente de caída DC descritos en el epígrafe 2. Para ello planteamos un diseño de bloques completos aleatorizados donde los tratamientos son los cuatro métodos de cálculo y los bloques cuatro tejidos. Los resultados se muestran en la tabla 2, donde las siglas corresponden a los métodos descritos: el primero es el mecánico y lo designamos por las siglas ME, el segundo es el óptico y lo designaremos por OP, el tercero utilizamos el programa Image Tool y lo designamos por IM y el cuarto el programa Penélope y lo designamos PN. Las letras de las columnas son los tejidos utilizados de acuerdo con la tabla 1.

COEFICIENTE DE CAIDA (DC)	TEJIDOS			
	A	C	E	G
ME	59,31	69,61	90,38	94,83
OP	55,89	58,70	86,16	97,37
IM	37,48	52,18	79,92	79,96
PN	38,37	53,12	77,59	86,81

Tabla 2: diseño de bloques aleatorizado para la comparación de coeficientes de caída

El análisis de la varianza del diseño de bloques se muestra en la tabla 3, donde los valores de p – nivel de significación calculada – correspondientes a los métodos – también los tejidos – son estadísticamente significativos al ser menores que el nivel de significación definida de 0,05 (nivel de confianza del 95%).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor-p
Métodos	750,24	3	250,08	17,87	0,0000
Tejidos	4805,11	3	1601,70	114,46	0,0000
Residual	125,95	9	13,99		
Total	5681,30	15			

Tabla 3: análisis de la varianza de los valores de los coeficientes de caída.

Por lo tanto, los coeficientes de caída calculados por los cuatro métodos dan valores distintos, y para averiguar entre que métodos existen las diferencias aplicamos el método de la diferencia significativa mínima (LSD) de Fisher que se visualiza en la figura 23, y se aprecia que los intervalos de los métodos manuales, mecánico y óptico, se solapan y los métodos digitales, Imagen y Penélope, también se solapan, lo que indica que entre dichos pares no existen diferencias significativas.

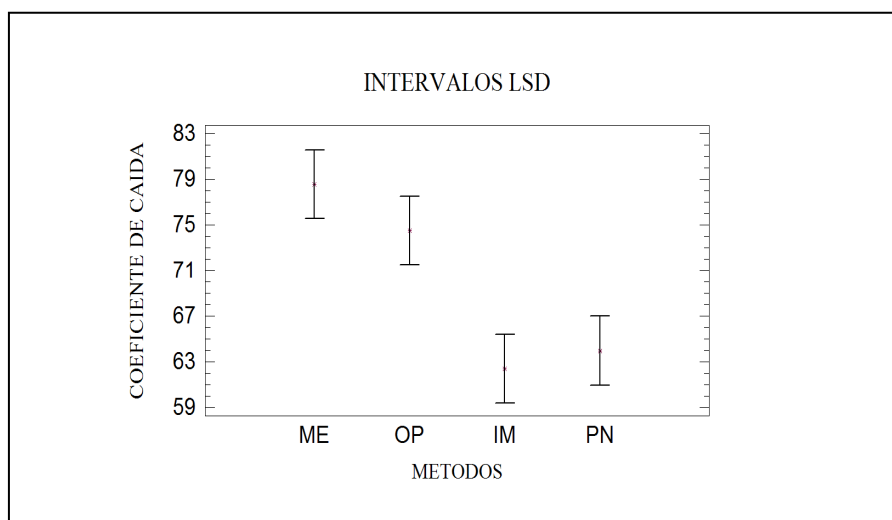


Figura 23: comparación de los métodos por el método LSD

Para el cálculo de los parámetros alternativos al coeficiente de caída – expuestos en el epígrafe 3 – tendremos que utilizar métodos digitales, y optamos por tomar el Image Tool, por ser un programa universal y, además, no precisa, como el Penélope, conseguir unas condiciones iniciales adecuadas para realizar la captura de las imágenes – contraste de colores entre el tejido y el fondo. Al margen de estas consideraciones prácticas, la correlación entre ambos programas respecto a los valores DC – tabla 4 – obtenidos con las ocho muestras de la tabla 1 es notable, tal como se observa en la figura 24-

TEJIDOS	COEFICIENTE DE CAIDA DC (%)	
	IMAGE TOOL	PENELOPE
A	37,48	38,37
B	47,99	56,38
C	52,18	53,12
D	49,73	56,47
E	79,92	77,59
F	97,41	99,07
G	79,96	86,81
H	83,62	76,61

Tabla 4: coeficientes de caída obtenidos mediante programas.



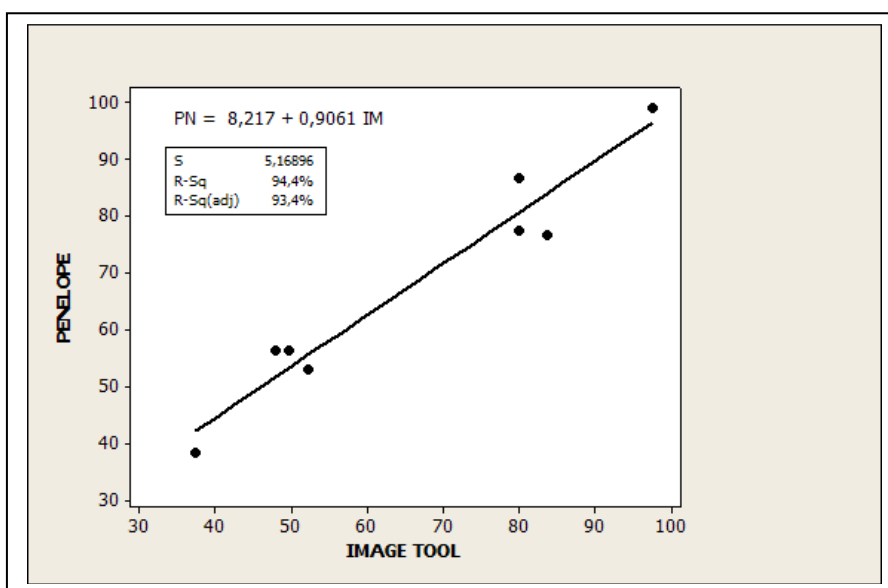


Figura 24: regresión entre programas

Los resultados de calcular por medio del Image Tool los parámetros citados en el epígrafe 3 se sintetizan en la tabla 5.

TEJIDOS	PARAMETROS DEL CAYENTE (%)				
	DC	D <sub>e</sub>	R <sub>d</sub>	CIRC	A/r
A	34,57	73,00	58,83	67,23	19,14
B	45,31	70,66	42,83	77,97	17,53
C	48,36	61,00	43,17	77,05	14,91
D	45,93	81,83	48,33	74,72	20,28
E	74,39	60,66	21,00	85,98	13,26
F	91,23	34,83	9,500	90,84	7,21
G	74,42	38,17	20,17	84,25	8,38
H	79,18	48,17	19,83	89,57	10,39

Tabla 5: valores de diversos parámetros del cayente

Las relaciones entre estos parámetros se muestran en la matriz de correlación de la tabla 6, donde el número superior es el coeficiente de correlación lineal y el número inferior el nivel de significación calculado, todos inferiores a 0,05. Se aprecia que el valor más elevado está entre el coeficiente de caída DC y el perfil circular del cayente CIRC, con una correlación de -0,9905, y la más baja entre la profundidad de pliegue  $D_e$  y el CIRC, con una correlación de -0,8042. Las rectas de regresión se visualizan en la figura 25.

	DC	$D_e$	$R_d$	CIRC	A/r
DC		-0,8706	-0,9905	0,9649	-0,9241
		0,0049	0,0000	0,0001	0,0010
$D_e$	-0,8706		0,8743	-0,8042	0,9901
	0,0049		0,0045	0,0161	0,0000
$R_d$	-0,9905	0,8743		-0,9765	0,9301
	0,0000	0,0045		0,0000	0,0008
CIRC	0,9649	-0,8042	-0,9765		-0,8732
	0,0001	0,0161	0,0000		0,0046
A/r	-0,9241	0,9901	0,9301	-0,8732	
	0,0010	0,0000	0,0008	0,0046	

Tabla 6: matriz de correlación entre los parámetros del cayente.

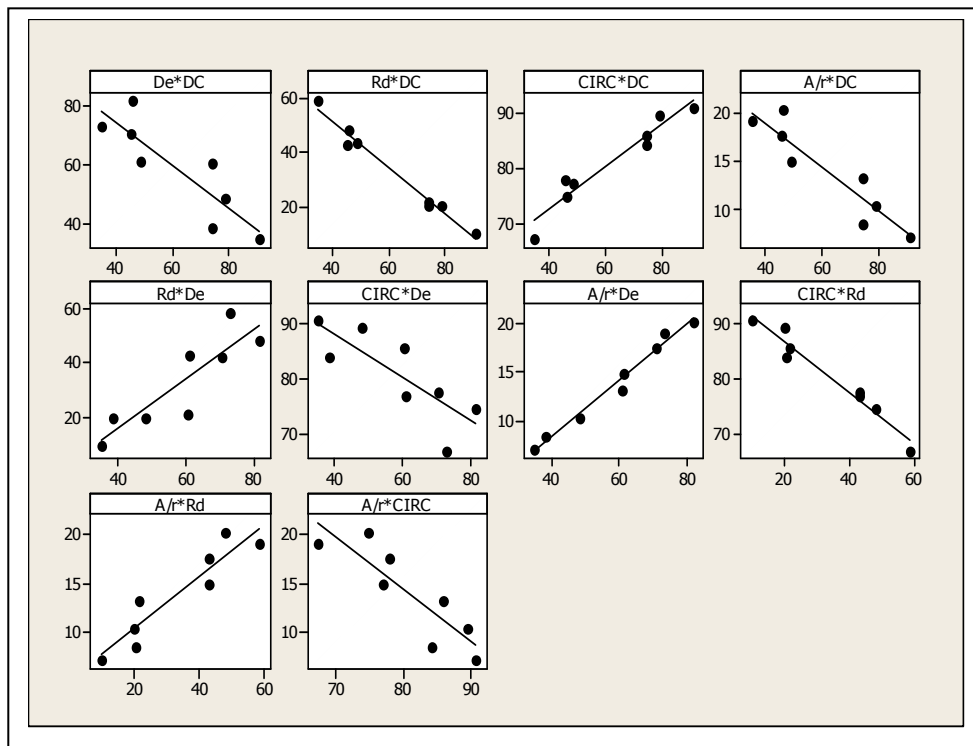


Figura 25: regresiones entre los parámetros del cayente.

Las ecuaciones de regresión junto con el coeficiente de determinación se exponen en la tabla 7. Sólo el modelo CIRC-  $D_e$  presenta un coeficiente muy bajo, del 58,8%, y por tanto no se podría utilizar con finalidades de predicción.

ECUACION DE REGRESION	$R^2$ corregido
$D_e = 102,8 - 0,7179 DC$	71,8
$R_d = 85,16 - 0,8456 DC$	97,8
$CIRC = 57,39 + 0,3820 DC$	92,0
$A/r = 27,66 - 0,2227 DC$	83,0
$R_d = 20,03 + 0,9051 D_e$	72,5
$CIRC = 103,6 - 0,3861 D_e$	58,8
$A/r = -3,054 + 0,2894 D_e$	97,7
$CIRC = 95,88 - 0,4528 R_d$	94,6
$A/r = 5,233 + 0,2626 R_d$	84,3
$A/r = 54,92 - 0,5316 CIRC$	72,3

Tabla 7: ecuaciones de regresión de los parámetros del cayente

## 6. COMENTARIOS FINALES

El coeficiente de caída DC es insuficiente para describir completamente el cayente de los tejidos, y por tanto dos muestras con el mismo valor DC presentan formas distintas. Por ello se han propuestos otros parámetros alternativos para describir mejor el fenómeno, pero ninguno por sí mismo lo describe con precisión. En realidad, todos estos parámetros complementan al DC y el conjunto de ellos se aproxima más a describir la realidad. Chu, Hamburger y Platt (1963) concluyen que hay que tener presente tres parámetros: el área de la muestra, el número de pliegues (denominados nodos) y la forma de estos pliegues. Efectivamente, si observamos las figuras 26 a 33 – que son los perfiles del cayente correspondientes a las muestras de las figuras 15 a 22 – se aprecia que los tejidos más flexibles y ligeros, forrería y camisería, presentan un cayente con pliegues ó nodos, mientras que los tejidos más rígidos y pesados, tejano y tapicería, presentan un cayente con formas más ó menos circular. Y también se constata – como afirma Chu – que el número de nodos está directamente relacionado con el DC.

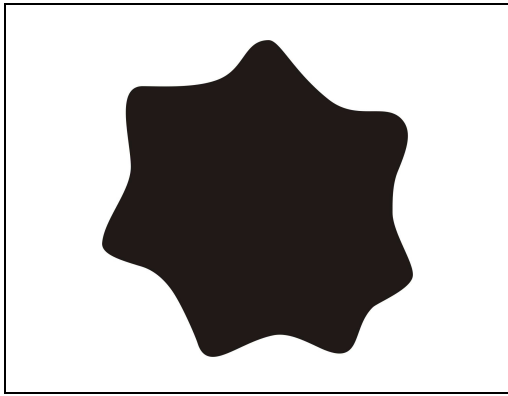


Figura 26: tejido A

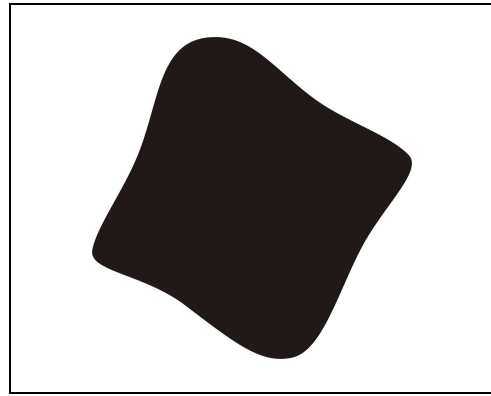


Figura 27: tejido B

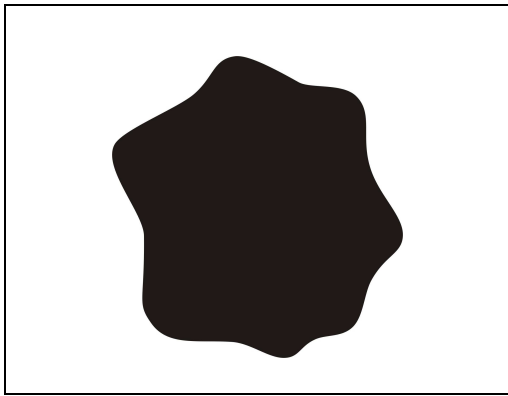


Figura 28: tejido C

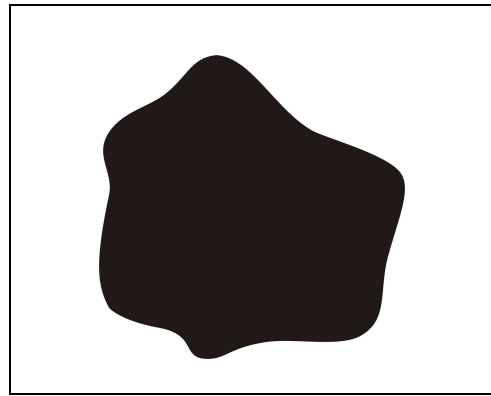


Figura 29: tejido D

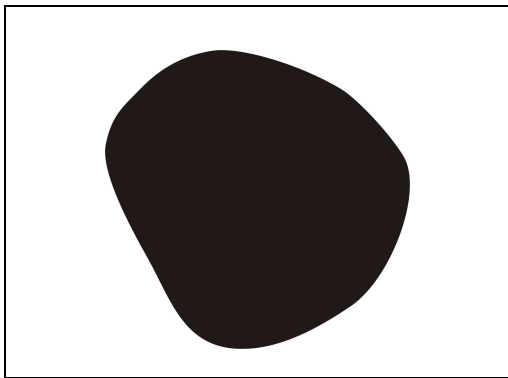


Figura 30: tejido E

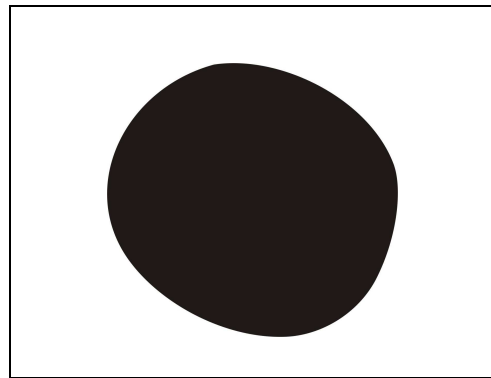


Figura 31: tejido F

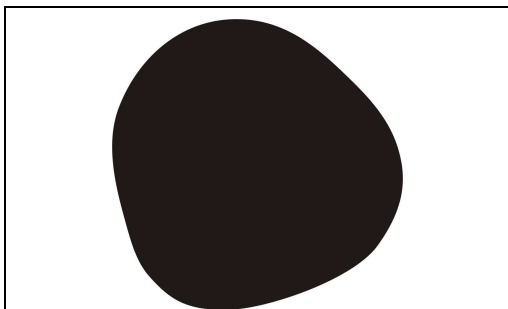


Figura 32: tejido G

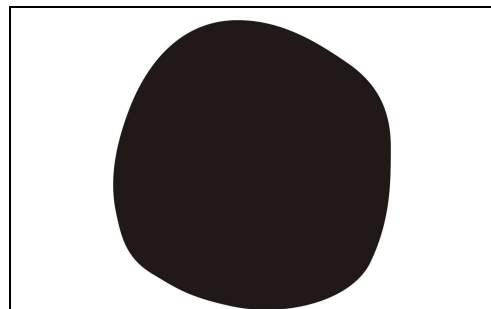


Figura 33: tejido H

## **REFERENCIAS**

Cusick G.E., "The Measurement of Fabric Drape", *J.Textile Inst.* 59(6), 253-260 (1968).

Chu C.C., Platt M.M., Hamburger W.J. "Investigation of the Factors Affecting the Drapeability of Fabrics", *Textile Res. J.* 13(2), 131-138 (1995).

Jeong Y.J., Philips D.G. "A Study of Fabric Drape Behavior with Image Analysis" *J. Textile Inst.* 89(1), 70-79 (1998).

Pierce F.T. "The Handle of Cloth as a measurable quantity", *J. Textile Inst.*, 21, 377-416 (1930).

Robson D., Long C.C. "Drape Analysis using Imaging Techniques", *Clothing Textiles Res. J.* 18(1), 1-8 (2000).

Stylios G.K., Zhu R. "The Characterization of the Static and Dynamic Drape of Fabrics", *J.Textile Ins.* 88(4), 465-475 (1997).