

# UNA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE LA IMAGEN A LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE COBERTURA DE LOS TEJIDOS DE CALADA<sup>\*)</sup>

M.D. de Castellar\*, A.M. Manich\*\*, J. Carvalho\*\*\* y A. Barella\*\*\*\*

## 0.1. Resumen

Sobre 23 tejidos de calada de diversas composiciones con predominio del poliéster y la lana se han comparado los resultados de distintos parámetros propuestos para representar el grado de tupidez o factor de cobertura (Galcerán, Eurotex, Grosberg y Seyam) con los resultados obtenidos aplicados a dicho concepto las técnicas del análisis de la imagen. Las medidas se refieren a los tejidos en sus distintos estadios de manufactura, desde el telar hasta el acabado. Por lo general, el análisis de la imagen proporciona índices más elevados que los parámetros especulativos propuestos y las correlaciones observadas no sobrepasan valores cercanos a 0,80. Por otra parte, el análisis de la imagen es el único procedimiento que suministra distribuciones estadísticas coherentes para el factor de cobertura. La distribución que ajusta mejor a los datos experimentales es la de Weibull.

**Palabras clave:** Grado de cobertura, tejidos de calada, análisis de imagen.

## 0.2. Summary. APPLICATION OF IMAGE ANALYSIS TO THE DETERMINATION OF COVER FACTOR IN WOVEN FABRICS

Results found with 23 woven fabrics of various compositions, with predominance of polyester and wool, have compared to those of different parameters proposed to represent the cover factor (Galcerán, Eurotex, Grosberg and Seyam) with the results from application image analytical techniques to the indicated concept. By and large, the analysis of the image provides higher parameters than the speculative ones proposed not surpassing the correlations observed values ca. 0.80. On the other hand, the image analysis is the sole procedure providing coherent statistical distributions for the cover factor. Weibull's distribution adjusts the best to the experimental data.

**Key words:** Cover factor, woven fabrics, image analysis.

- Comunicación presentada en la 77ª Conferencia Mundial del "Textile Institute", Tampere (Finlandia), Mayo 1996.
- \* Dra. M.D. de Castellar, Colaboradora de Investigación, en el Centro de Investigación y Desarrollo CSIC, Barcelona.
- \*\* Dr. A.M. Manich (CID-CSIC-Barcelona), Cofaborador de Investigación en el Departamento de Ecotecnologías del C.I.D., C.S.I.C. de Barcelona.
- \*\*\* Ing. J. Carvalho, Profesor de la Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.
- \*\*\*\* Dr. A. Barella, Real Academia de Ciencias y Artes, Barcelona.

## 0.3. Résumé. APPLICATION DE L'ANALYSE DE L'IMAGE À LA DÉTERMINATION DU NIVEAU DE COUVERTURE DES TISSUS DE TREMPAGE

Sur 23 tissus de trempage de diverses compositions mais à prédominance polyester + laine, nous avons comparé les résultats de différents paramètres proposés pour représenter le niveau de densité ou facteur de couverture (Galcerán, Eurotex, Grosberg et Seyam) aux résultats obtenus en appliquant à ce concept les techniques d'analyse de l'image. Les mesures concernent les tissus analysés dans les différentes phases de la manufacture, du métier à tisser au finissage. En général, l'analyse de l'image fournit des indices plus élevés que les paramètres spéculatifs proposés et les corrélations observées ne dépassent pas des valeurs voisines de 0,80. Par ailleurs, l'analyse de l'image est la seule procédure à donner des distributions statistiques cohérentes pur le facteur de couverture. La distribution qui s'ajuste le mieux aux données expérimentales est celle de Weibull.

**Mots clé:** Niveau de couverture, tissus de trempage, analyse de l'image.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la geometría de la ligadura de los tejidos de calada se remonta al último cuarto del siglo XIX, con los trabajos clásicos de Basilio Bona<sup>1,2)</sup> y Ashenhurst<sup>3)</sup>. Ya en el siglo actual los estudios fueron retomados por Bierley<sup>4)</sup> y Peirce<sup>5)</sup>, los cuales los prolongaron a lo largo de las décadas del 1930 al 1950<sup>6) al 10)</sup>.

Uteriormente, las investigaciones y estudios se dispararon. Sin intentar ser exhaustivos citaremos a Love<sup>11)</sup>, Galcerán<sup>12)</sup>, Hamilton<sup>13)</sup>, Alford<sup>14)</sup>, Russell<sup>15)</sup>, Grosberg<sup>16,17)</sup> y Elmasan<sup>18)</sup> y, ya mucho más recientemente, las regulaciones de EUROTEX<sup>19)</sup> y los trabajos de Galuzynski<sup>20)</sup> y Seyam y El-Sherk<sup>21)</sup>, entre otros.

En líneas generales se han propuesto distintos parámetros para expresar el "factor cobertura", tomando esta expresión con carácter amplio ya que los distintos autores la expresan de manera diferente. Así: Bierley<sup>4)</sup> la bautizó como "fabric firmness" (firmeza); Galcerán<sup>12)</sup> como coeficiente de densidad y grado de tupidez y Russell<sup>15)</sup> habla de "construction factors" (factores de construcción). La expresión "cover factor" (factor

de cobertura) es, acaso, una de las más extendidas. Introducida por Peirce<sup>5)</sup> fue empleada también por Grosberg<sup>16,17)</sup> y Elma-s-an<sup>18)</sup>. Contra esta denominación se alza la "tightness" (estanqueidad, acaso sinónimo de tupidez) introducida por Love<sup>11)</sup> y utilizada ulteriormente por Hamilton<sup>13)</sup>, Alford<sup>14)</sup>, Galuzynshi<sup>20)</sup> y Seyam<sup>21)</sup>.

De hecho, llámese como se llame, el concepto define de modo cuantitativo la relación existente entre la superficie cubierta por los hilos de la urdimbre y la trama y la superficie de tejido considerada.

Evidentemente las especulaciones de los distintos autores enumerados y otros que omitimos en aras a la brevedad, se basan en la geometría de los hilos y los tejidos y dependen de dos parámetros difícilmente cuantificables con exactitud, el diámetro de los hilados<sup>22,23,24)</sup> y la geometría de la ligadura de los tejidos, estudiada por los autores mencionados y que admite modalidades de interpretación. Es por ello que aún siendo aplicables en la práctica industrial, los distintos conceptos citados, difieren entre sí numéricamente a causa de estos dos últimos factores subjetivos que no son interpretados del mismo modo o aplicando criterios idénticos por los distintos autores.

El análisis de la imagen permite medir de manera más objetiva al factor de cobertura o tupidez de los tejidos puesto que no depende de parámetros evaluados subjetivamente sino de la medición directa

sobre la imagen del tejido.

El objetivo del presente trabajo consiste en comparar los resultados obtenidos sobre un determinado número de tejidos aplicando alguno de los criterios preconizados, con los que se suponen más reales derivados del análisis de la imagen y establecer las correlaciones correspondientes.

## 2. Tejidos analizados

Fueron analizados 23 tejidos en distintos estadios de su proceso de fabricación, empezando por las características sobre telar y pasando por las diferentes fases del proceso de acabado. Es evidente que en el primer caso (tejido sobre telar) no se pudo llevar a cabo el análisis de la imagen pero sí calcular los parámetros del factor de cobertura.

La Tabla 1 muestra las características de los tejidos en el telar, la composición de los hilos de la urdimbre y la trama, que fue muy variada, desde fibras de recuperación 100% a lana 100%, incluyendo diferentes mezclas de lana con poliéster (60/40, 55/45, 50/50, 45/55) y mezclas de poliéster con lino y poliéster con viscosa (50/50). En la tabla figuran también el proceso de hilatura (cardado o peinado); la masa lineal, el pasado por el peine del telar, la anchura del tejido en el peine, el ligamento, la densidad por urdimbre y por trama y los procesos de acabado.

**TABLA 1**  
Tipo de hilatura y composición, ajustes del telar y procesos de acabado de los 23 tejidos analizados

R E F	Composición e Hilatura			Dens.lin.[tex]		Liga- mento	Ajustes (cm <sup>-1</sup> )		Reme- tido	Ancho peine (cm)	Proceso Acabado
	Hilos urd.	Hilos tra.	Proceso	Urdi.	Tra.		Urd.	Tra.			
1	Recp.	Recp.	Ca.	142.85	142.85	Tafetán	9	7	42/2	175	A
2	Recp.	Recp.	Ca.	142.85	142.85	Sarga 4	9	9	45/2	175	A
3	LA 100%	LA 100%	Ca.	142.85	142.85	Tafetán	8	6	40/2	175	B
4	LA 100%	LA 100%	Ca.	142.85	142.85	Sarga 4	8	8	40/2	175	B
5	LA 100%	LA 100%	Ca.	100	100	Tafetán	10	7.5	50/2	177	B
6	LA 100%	LA 100%	Ca.	100	100	Sarga 4	10	9.5	50/2	177	B
7	PO/LA 60/40	PO/LA 60/40	Ca.	66.67	66.67	Tafetán	12	11	60/2	175	B
8	PO/LA 60/40	PO/LA 60/40	Ca.	66.67	66.67	Tafetán	12	12	60/2	180	B
9	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	20x2	Sarga 4	24	23	60/4	165	A
10	PO/VISC50/50	PO/LI 50/50	Pe./Ca.	20x2	35.71	Granito	24	22	60/4	165	C
11	PO/VISC50/50	PO/LI 50/50	Pe./Ca.	20x2	35.71	Sarga 4	24	22	60/4	165	C
12	PO/VISC50/50	PO/LI 50/50	Pe.	20x2	20x2	Sarga 4	24	22	60/4	165	C
13	PO/VISC50/50	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	20x2	Sarga 4	24	22	60/4	165	D
14	PO/VISC50/50	PO/VISC 50/50	Pe.	20x2	20x2	Tafetán	24	22	60/4	165	C
15	PO/LA 60/40	PO/LA 60/40	Ca.	66.67	66.67	Sarga 4	16	14	40/4	170	B
16	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	20x2	Sarga 4	24	22	60/4	165	D
17	PO/LA 55/45	PO/LI 50/50	Pe/Ca.	20x2	35.71	Sarga 4	24	22	60/4	165	D
18	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe./Ca.	20x2	40	Sarga 4	24	22	60/4	165	D
19	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	20x2	Sarga 4	24	22	60/4	165	D
20	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	20x2	Tafetán	19	19	95/2	165	D
21	PO/LA 55/45	PO/LI 50/50	Pe/Ca	20x2	41.7	Tafetán	19	18	95/2	165	D
22	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	26.5	Tafetán	19	18	95/2	165	D
23	PO/LA 55/45	PO/LA 55/45	Pe.	20x2	20x2	Sarga 4	19	18	95/2	165	D

Urd.=Urdimbre, Tra.=Trama, Recp.=Recuperado, LA=Lana, PO=Poliéster, LI=Lino, VISC=Viscosa, Pe/Ca (Peinado/Cardado)

Los procesos de acabado indicados en la tabla (A,B,C,D) se explicitan en la figura 1. Los procesos A y B se utilizarán principalmente para tejidos fabricados con hilos cardados y los procesos C y D para los obtenidos con hilos peinados. Los dos primeros incluyen un carbonizado y los dos segundos un decatizado y un prensado al final. Los ligamentos utilizados fueron solamente el tafetán y la sarga y en un solo caso se utilizó un ligamento granito.

### 3. Modo operatorio

Ya se ha indicado que el objetivo del presente trabajo consiste en comparar algunos de los diferentes parámetros de cobertura propuestos con los resultados del análisis de la imagen directo sobre el tejido.

De los muchos factores especulativos propuestos se tomaron en consideración:

- a) el grado o porcentaje de tupidez de Galcerán<sup>12</sup>, representado por  $O$ .
- b) el parámetro %K máximo propuesto por Eurotex<sup>19</sup>.
- c) el factor de cobertura ("cover factor") de Grosberg<sup>16,17</sup>, representado por Cf.
- d) el nuevo índice de "tightness" F tig. de Seyam<sup>21</sup>.

Omitimos aquí, en aras a la brevedad, los desarrollos matemáticos que conducen a dichos parámetros, que pueden ser consultados en bibliografía correspondiente indicada en cada caso.

Para los tejidos, a partir de la empesa a la salida de telar y después de cada una de las distintas operaciones de acabado, se determinó el grado de cobertura por medio del análisis de la imagen tal como se describe a continuación.

#### 3.1. Preparación de las muestras

De cada tejido, diferenciado por un ligamento y tipo de acabado, se cortaron 8 muestras rectangulares de 2,5x5 cm de un trozo de 4 m de tejido, cada una de las cuales contenía igual número de hilos que de pasadas. A continuación estas muestras fueron colocadas en portamuestras de vidrio de 2,5 cmx7,5 cm para la observación microscópica y el análisis de la imagen.

#### 3.2. Captura de la imagen

El sistema de análisis de la imagen utilizado se compone del fotomicroscopio óptico de luz transmitida "Axiophot" de "Carl Zeiss" "on-line" con el analizador de imagen "Videoplan" de "Kontron Bildanalyse". La acción programable del divisor óptico y del divisor de haces de la unidad de microscopía permite la captación de la imagen por microfotografía y en la pantalla del procesador y

además una cámara impresora proporciona, en un corto intervalo de tiempo, la microfotografía en color de la información presente en la pantalla.

El sistema "Videoplan" permite la obtención de parámetros morfológicos y estereológicos de estructuras planas. La adquisición de los datos se realiza a través del trazado digital del perfil de la propia estructura con el cursor de retícula de la mesa de precisión. El programa de evaluación de los datos incluye el análisis estadístico, la transferencia y edición de los mismos, así como de los parámetros definidos y de su geometría estadística (histogramas, diagramas, gráficos de ajuste, etc.).

#### 3.3. Parámetros ópticos

Al ensayar en el microscopio óptico las muestras preparadas del modo indicado deben considerarse dos magnitudes ópticas intrínsecas, hasta cierto punto, al propio operador que influyen sensiblemente en los resultados obtenidos. Se trata de la focalización y la iluminación de las mismas. Para neutralizar esta influencia se procede del modo siguiente: el trabajo lo realizó un solo operador, se digitizaron 200 perfiles/etapa u operación de manufactura por tipo de tejido y se procuró mantener las magnitudes ópticas citadas constantes dentro de los márgenes operativos de viabilidad.

La figura 2 muestra el proceso automático para obtener el factor de cobertura óptico. Primero se mide el área WRA correspondiente a un curso del ligamento (en el curso de un tejido tafetán). Las cuatro superficies no cubiertas US1, US2, US3 y US4 correspondientes a los orificios intersticiales entre la urdimbre y la trama son, luego, medidas y la superficie cubierta del tejido se calcula restando la suma de estos cuatro valores de WRA. El factor de cobertura óptico A1 se expresa como porcentaje del cociente entre las superficies CS y WRA ( $CS$ : Superficie cubierta =  $US1 + US2 + US3 + US4$ ) o sea  $A1 = (CS/WRA) 100$ .

### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

En las tablas 2 a 8 se reproducen los resultados obtenidos en términos de comparación para los distintos tejidos y parámetros de cobertura:  $O$  de Galcerán; %Kmax de Eurotex; Cf de Grosberg; F tig de Seyam y el % Cf obtenido mediante el análisis de la imagen. La tabla 2 corresponde a los valores del tejido en el telar por lo cual sólo pueden ser comparados los índices calculados ya que aquí no cabe el análisis de la imagen. La tabla 3 corresponde a los tejidos ya salidos del telar (empesa). Las 4 a 7 se refieren respectivamente a las fases de lavado, batanado, carbonizado y tundido y, por ello, sólo contienen los tejidos que han pasado por estos tratamientos. Finalmente, la tabla 8 corresponde a los tejidos acabados. Aquí aparecen otra vez todos los tejidos.

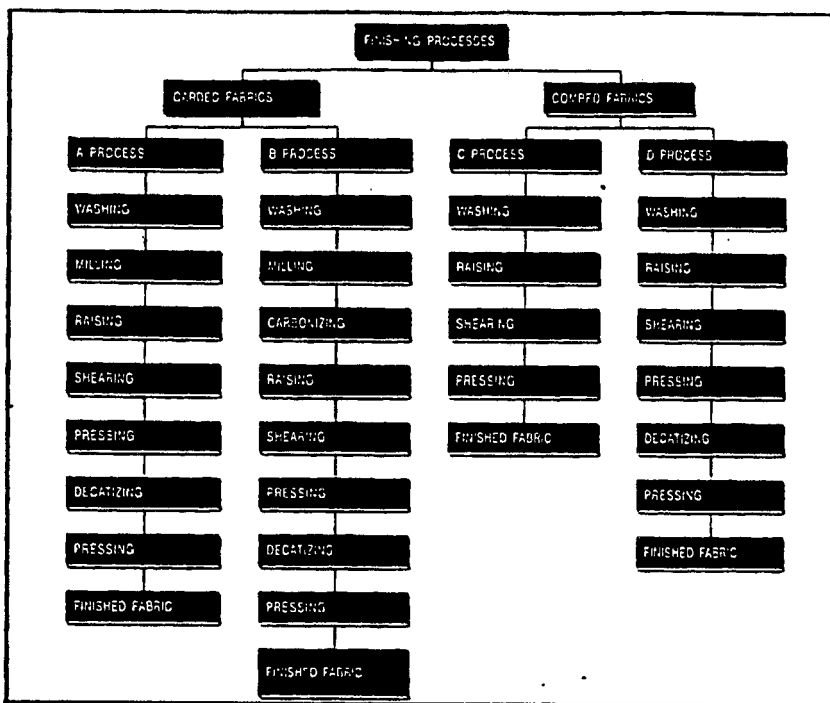


FIGURA 1: Tratamientos de acabado incluyendo los procesos A,B,C y D mencionados en la Tabla 1.

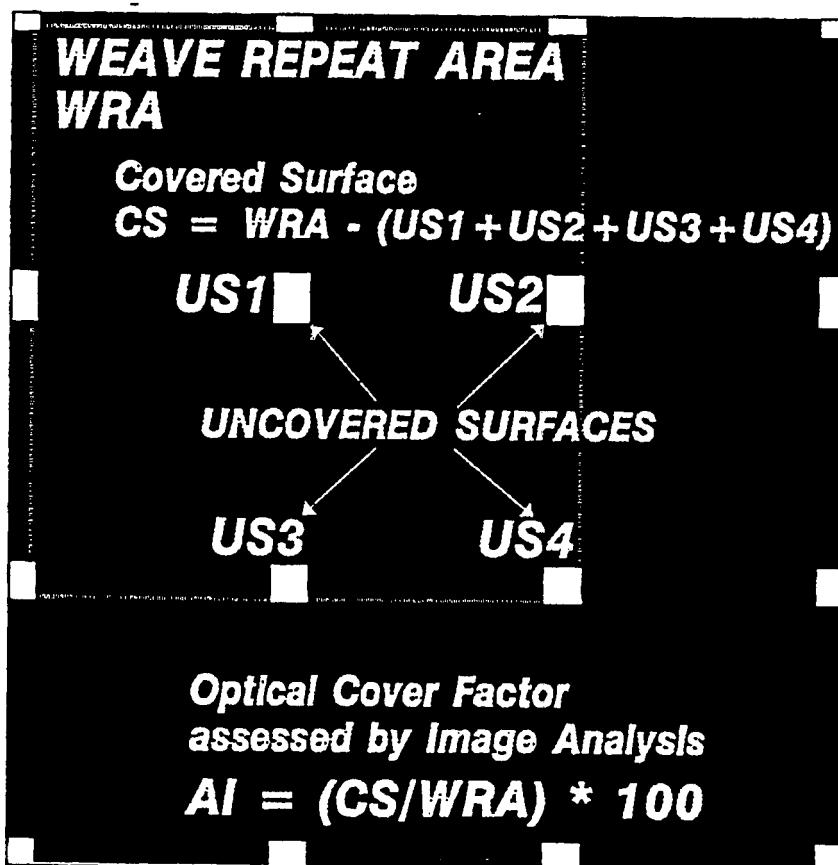


FIGURA 2: Mediante el análisis de la imagen determinación del Factor de Cobertura Óptica de los tejidos.

**TABLA 2**  
Factores de cobertura-Tejidos en telar

Ref. Nº	Galcerán 0	Eurotex K	Grosberg C	Seyam T
1	55.06	62.03	0.6029	0.7636
2	48.87	55.03	0.6568	0.5982
3	48.18	54.27	0.5476	0.6758
4	43.45	48.92	0.6061	0.5378
5	50.39	56.76	0.5677	0.7068
6	44.30	49.88	0.6153	0.5484
7	53.85	60.91	0.5908	0.7470
8	56.19	63.56	0.6104	0.7795
9	67.18	76.04	0.8135	0.8204
10	66.55	77.31	0.7723	0.8356
11	62.38	72.46	0.7723	0.7535
12	64.07	74.42	0.7847	0.7734
13	64.90	74.42	0.7847	0.7879
14	81.20	94.36	0.7847	1.1106
15	55.42	62.66	0.7198	0.6785
16	65.75	74.42	0.8033	0.8029
17	63.19	72.46	0.7910	0.7672
18	65.75	74.42	0.8033	0.8029
19	83.33	94.36	0.8033	1.1530
20	67.03	75.90	0.6945	0.9274
21	66.82	76.66	0.6993	0.9219
22	67.03	75.90	0.6944	0.9274
23	52.88	59.86	0.6945	0.6458

**TABLA 3**  
Factores de Cobertura-Tejidos en empresa

Ref. Nº	Galcerán 0	Eurotex K	Grosberg C	Seyam T	Análisis Imagen AI
1	58.64	66.06	0.6317	0.8132	74.18
2	52.32	58.92	0.6903	0.6404	78.80
3	53.69	60.48	0.5951	0.7530	64.84
4	47.79	53.81	0.6515	0.5916	73.62
5	52.72	59.39	0.5891	0.7395	67.24
6	47.00	52.93	0.6441	0.5819	72.76
7	56.07	63.43	0.6098	0.7779	68.55
8	60.17	68.06	0.6429	0.8347	65.88
9	71.75	81.22	0.8454	0.8762	89.09
10	67.19	78.05	0.7785	0.8429	81.04
11	64.01	74.35	0.7851	0.7731	86.59
12	66.30	77.01	0.8025	0.8003	87.77
13	67.02	76.85	0.8008	0.8136	90.94
14	82.62	96.00	0.7949	1.1300	89.22
15	58.19	65.79	0.7447	0.7125	81.72
16	68.33	77.33	0.8227	0.8343	91.16
17	64.60	74.07	0.8031	0.7839	86.87
18	67.32	76.20	0.8158	0.8221	90.10
19	79.16	89.64	0.7820	1.0954	88.55
20	68.84	77.95	0.7081	0.9525	82.50
21	68.25	78.29	0.7102	0.9419	76.53
22	68.66	77.75	0.7067	0.9500	85.36
23	54.31	61.48	0.7081	0.6632	79.97

**TABLA 4**  
Factores de Cobertura-Tejidos lavados

Ref. Nº	Galcerán 0	Eurotex K	Grosberg C	Seyam T	Análisis Imagen AI
1	58.16	65.52	0.6293	0.8065	77.12
2	51.67	58.18	0.6843	0.6324	82.28
3	54.03	60.86	0.5988	0.7579	75.19
4	47.52	53.51	0.6487	0.5882	85.29
5	53.12	59.84	0.5942	0.7451	74.12
6	46.50	52.36	0.6397	0.5757	81.41
10	67.19	78.05	0.7785	0.8429	81.64
11	63.90	74.22	0.7849	0.7715	89.84
12	65.32	75.88	0.7953	0.7885	90.82
13	66.59	76.36	0.7980	0.8084	93.79
14	82.26	95.59	0.7926	1.1251	89.93
15	58.00	65.58	0.7430	0.7102	83.17
16	68.18	77.17	0.8216	0.8326	92.58
17	64.88	74.40	0.8055	0.7872	91.35
18	66.46	75.23	0.8099	0.8116	89.85
19	78.80	89.23	0.7812	1.0904	89.47
20	68.48	77.54	0.7054	0.9475	84.43
21	68.07	78.09	0.7088	0.9394	78.80
22	68.66	77.75	0.7068	0.9500	84.39
23	54.31	61.48	0.7081	0.6633	78.53

**TABLA 5**  
Factores de Cobertura-Tejidos batanados

Ref. Nº	Galcerán 0	Eurotex K	Grosberg C	Seyam T	Análisis Imagen AI
1	58.85	66.29	0.6344	0.8161	78.13
2	53.00	60.90	0.6966	0.6487	83.13
3	55.75	62.80	0.6129	0.7820	82.13
4	49.42	55.65	0.6677	0.6118	85.26
5	56.46	63.60	0.6212	0.7920	78.03
6	50.07	56.38	0.6745	0.6198	81.71
7	59.81	67.66	0.6403	0.8298	84.80
8	66.02	74.68	0.6883	0.9159	79.69
9a	73.47	83.16	0.8565	0.8972	94.29
9b	72.61	82.18	0.8510	0.8867	91.76

a=sólo lavado, b=lavado y batanado

**TABLA 6**  
Factores de Cobertura-Tejidos Carbonizados

Ref.	Galcerán	Eurotex	Grosberg	Seyam	Análisis Imagen AI
Nº	O	K	C	T	AI
3	56.09	63.19	0.6157	0.7868	72.52
4	49.15	55.34	0.6650	0.6084	91.44
5	54.85	61.79	0.6085	0.7694	78.70
6	48.71	54.84	0.6611	0.6030	86.70
7	59.00	66.74	0.6338	0.8185	86.15
8	66.02	74.68	0.6883	0.9159	82.56
15	58.92	66.63	0.7508	0.7215	87.32

**TABLA 7**  
Factores de Cobertura-Tejidos tundidos

Ref.	Galcerán	Eurotex	Grosberg	Seyam	Análisis Imagen AI
Nº	O	K	C	T	AI
10	68.34	79.38	0.7867	0.8574	84.04
11	64.04	74.38	0.7861	0.7731	91.70
12	65.19	75.72	0.7945	0.7868	90.98
13	66.73	76.52	0.7990	0.8101	93.47
14	82.97	96.41	0.7964	1.1348	91.59
15	58.92	66.63	0.7510	0.7215	85.01
16	67.89	76.85	0.8198	0.8291	92.71
17	64.88	74.40	0.8055	0.7872	88.63
18	67.18	76.04	0.8147	0.8204	89.86
19	77.90	88.20	0.7764	1.0780	87.16
20	68.66	77.75	0.7068	0.9500	84.05
21	68.25	78.29	0.7102	0.9418	79.96
22	68.66	77.75	0.7068	0.9500	85.46
23	54.31	61.48	0.7081	0.6633	80.59

**TABLA 8**  
Factores de Cobertura-Tejidos acabados

Ref.	Galcerán	Eurotex	Grosberg	Seyam	Análisis Imagen AI
Nº	O	K	C	T	AI
1	58.75	66.17	0.6346	0.8147	81.84
2	53.41	60.14	0.7005	0.6537	88.64
3	56.78	63.96	0.6217	0.7965	79.60
4	49.15	55.34	0.6651	0.6084	87.32
5	55.02	61.98	0.6109	0.7718	75.47
6	48.91	55.07	0.6643	0.6055	82.32
7	59.07	66.82	0.6347	0.8195	86.78
8	66.49	75.21	0.6917	0.9224	86.82
9	73.47	83.16	0.8565	0.8972	96.26
10	68.34	79.39	0.7867	0.8574	85.59
11	63.54	73.80	0.7834	0.7666	93.10
12	66.44	77.17	0.8054	0.8020	92.15
13	67.16	77.01	0.8033	0.8153	95.66
14	82.26	95.59	0.7943	1.1251	90.23
15	58.56	66.21	0.7497	0.7170	88.50
16	67.18	76.04	0.8157	0.8204	94.73
17	64.91	74.43	0.8064	0.7872	92.10
18	67.32	76.20	0.8162	0.8221	95.39
19	78.08	88.41	0.7778	1.0803	98.92
20	69.20	78.36	0.7108	0.9575	86.43
21	68.78	78.91	0.7143	0.9493	84.32
22	69.20	78.36	0.7108	0.9575	86.80
23	54.89	62.13	0.7136	0.6702	89.54

## 5. DISCUSIÓN

El examen de las tablas anteriores muestra que los distintos criterios aplicados conducen a valores del factor de cobertura, denominase como se denomine, diferentes en cada caso y, a su vez, distintos de los obtenidos mediante el análisis de la imagen. En orden de valores Galcerán da, por lo general, los más bajos, seguido por Grosberg y Eurotex. Seyam acostumbra a dar los valores más elevados dentro de los criterios teóricos basados en la geometría de los tejidos si bien en algunos casos particulares se observan excepciones a esta regla general.

También con carácter general los valores más elevados corresponden al factor de cobertura obtenido mediante el análisis de la imagen (con las excepciones de rigor).

Como ejemplo citamos los valores medios obtenidos para los tejidos acabados:

Galcerán: 58,39%

Eurotex: 70,86%

Grosberg: 67,47%

Seyam: 76,07%

Análisis de la imagen: 89,43%

Pasando a un análisis más a fondo, se establecieron los coeficientes de correlación existentes entre los distintos sistemas y que figuran en forma de matriz en la tabla 9.

Esta tabla permite poner de manifiesto que la mejor correlación es la existente entre las técnicas de Galcerán, Seyam y Eurotex, mientras que el análisis de la imagen no proporciona correlaciones demasiado elevadas con los factores de tipo especulativo. La mejor correlación se presenta con respecto al "cover factor" de Grosberg y sólo llega a

0,78. También parecen formarse dos grupos, uno de los cuales englobaría los criterios de Galcerán,

Eurotex y Seyam y el otro, el criterio de Grosberg y el análisis de la imagen.

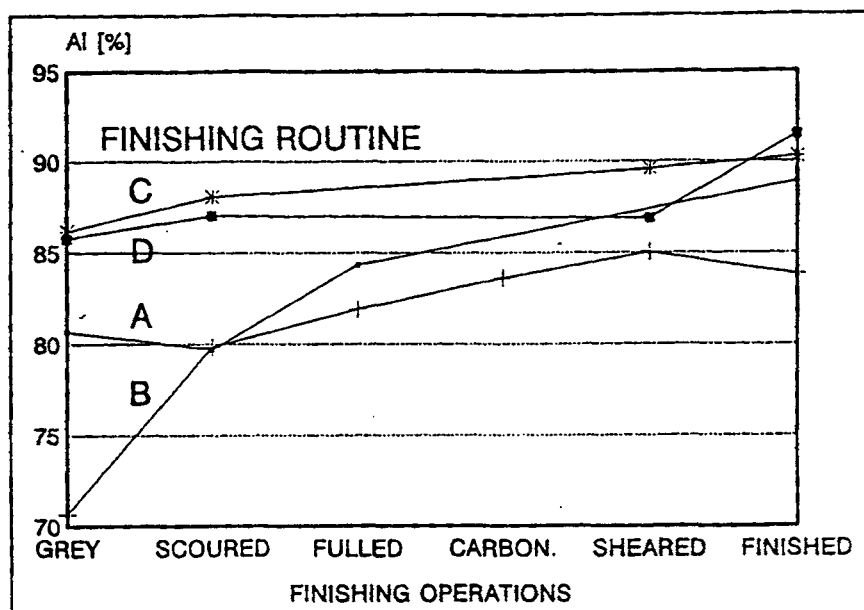
**TABLA 9**  
Coeficientes de Correlación entre los distintos Factores de Cobertura

Criteria	AI: Análisis Imagen	Galcerán O	Eurotex K	Grosberg C
Galcerán O	0.5255	1		
Eurotex K	0.5289	0.9977	1	
Grosberg C	0.7792	0.6969	0.7089	1
Seyam T	0.2709	0.9421	0.9128	0.3725

### 5.1. Influencia del proceso de acabado en el factor de cobertura por A.I.

Como se ha visto en la tabla 1, se han aplicado diferentes tratamientos de acabado de

acuerdo con las características estructurales de los tejidos. La figura 3 muestra los efectos de las distintas líneas de acabado sobre el factor de cobertura determinado por análisis de la imagen.



**FIGURA 3:** Ajustes a las leyes Normal, Log-Normal y Weibull de la distribución del factor de cobertura de Grosberg.

Si siguiendo el proceso A se observa un incremento del factor de cobertura desde la empresa al tejido acabado a través de un sencillo ANOVA, pero este incremento no es significativo. Sólo tres tejidos fueron acabados según el proceso A, dos de los cuales fueron obtenidos a base de fibras de recuperación y el tercero a base de una mezcla poliéster/lana (hilo peinado). La escasez y la heterogeneidad de la muestra de resultados dispersos que justifican el resultado del ANOVA.

El proceso B fue aplicado a siete tejidos de lana cardada y mezclas de poliéster/lana. En este caso el aumento del factor de cobertura es muy significativo utilizando el ANOVA simple. El proceso

de lavado aumenta grandemente el factor de cobertura, mientras que los subsiguientes incrementos fueron más pequeños. De hecho, el efecto significativo se debería al tratamiento de lavado mientras que las diferencias observadas para los demás tratamientos no serían significativas.

El proceso C fue aplicado a cuatro tejidos de poliéster mezclado con fibras celulósicas. Aunque se observó un aumento continuado del factor de cobertura el simple ANOVA señala diferencias no significativas entre los factores observados.

El proceso D fue aplicado a nueve tejidos de lana/poliéster. También en este caso el factor de cobertura aumenta de manera ligeramente

significativa entre la empresa y el tejido acabado según el ANOVA llevado a cabo.

Resumiendo, los procesos de acabado incrementan el factor de cobertura óptico de los tejidos. Este incremento podría estar influenciado por

los procesos de acabado y también por los cambios estructurales sufridos por los tejidos en sus características. Los valores medios del factor de cobertura entre la empresa y el tejido acabado se representan en la tabla 10.

**TABLA 10**

Valores medios Factor Cobertura AI	Proceso Acabado			
	A	B	C	D
Tejidos en telar	80.69 %	70.66%	86.16%	85.78%
Tejidos acabados	88.91%	85.01%	90.27%	91.52%

**5.2. Distribución estadística de los diferentes factores de cobertura**

Se ha estudiado el tipo de distribución estadística que afecta al factor de cobertura. Se han tomado como referencia las leyes estadísticas normal, logarítmico normal y la de Weibull<sup>(25,26)</sup>. La

bondad del ajuste se ha efectuado a través del test  $\chi^2$ . Los resultados figuran en la tabla 11.

Por otra parte se han obtenido los histogramas sobre los cuales se han ajustado las tres distribuciones teóricas tomadas como base. Estos histogramas figuran en los gráficos 4 a 8.

**TABLA 11**  
Distribución Estadística del Factor de Cobertura

Ajuste a la ley Normal					
Criterio definición Factor Cobertura	Valores medios $\mu$	Desv.St. $\sigma$	$\chi^2$	gra. libertad	Sign.
Galcerán O [ %]	62.72	8.79	45.13	8	0.1%
Eurotex K [ %]	71.36	10.45	47.59	10	0.1%
Grosberg C [ %]	72.46	7.50	44.13	8	0.1%
Seyam T [ %]	81.33	13.37	25.13	8	1%
Análisis Imagen AI [ %]	84.93	6.92	8.03	7	33%
Ajuste a la ley Log-Normal					
Galcerán O [ %]	62.73	8.89	50.54	8	0.1%
Eurotex K [ %]	71.36	10.58	50.89	10	0.1%
Grosberg C [ %]	72.46	7.61	48.11	9	0.1%
Seyam T [ %]	81.35	13.40	29.84	8	0.1%
Análisis Imagen AI [ %]	84.94	7.19	13.84	9	12.8%
Ajuste a la ley Weibull					
	$\alpha$	$\beta$			
Galcerán O [ %]	7.63	66.56	55.85	9	0.1%
Eurotex K [ %]	7.28	75.89	49.34	10	0.1%
Grosberg C [ %]	11.18	75.81	44.22	9	0.1%
Seyam T [ %]	6.29	87.08	40.04	9	0.1%
Análisis Imagen AI [ %]	15.10	87.94	3.63	8	88.9%



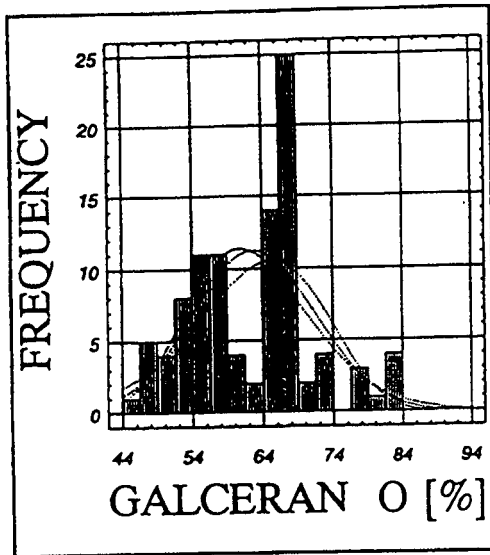


FIGURA 4: Ajuste a las leyes Normal, Log-Normal y Weibull de la distribución del factor de cobertura de Galcerán.

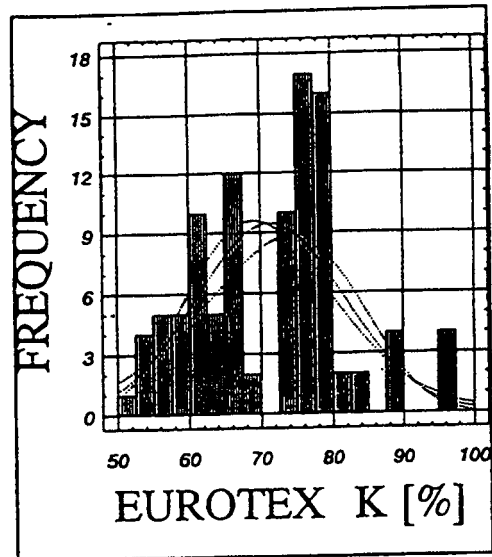


FIGURA 5: Ajuste a las leyes Normal, Log-Normal y Weibull de la distribución del factor de cobertura Eurotex.

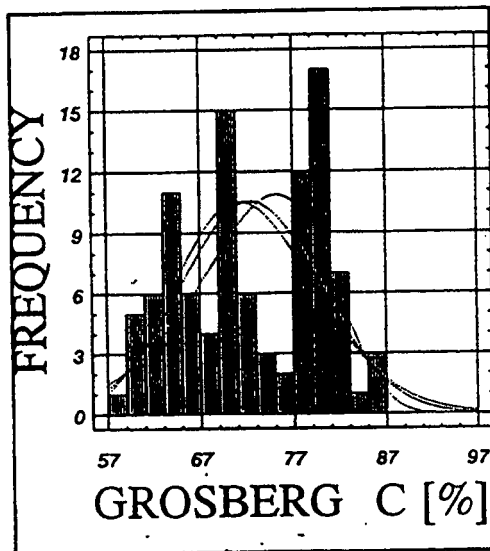


FIGURA 6: Ajuste a las leyes Normal, Log-Normal y Weibull de la distribución del factor de cobertura de Grosberg.

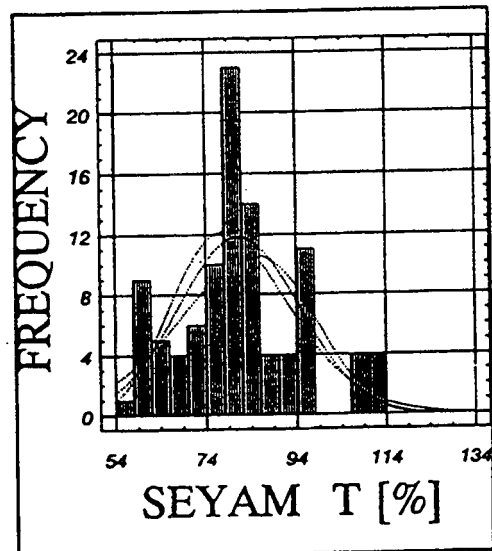


FIGURA 7: Ajuste a las leyes Normal, Log-Normal y Weibull de la distribución del factor de cobertura de Seyam.

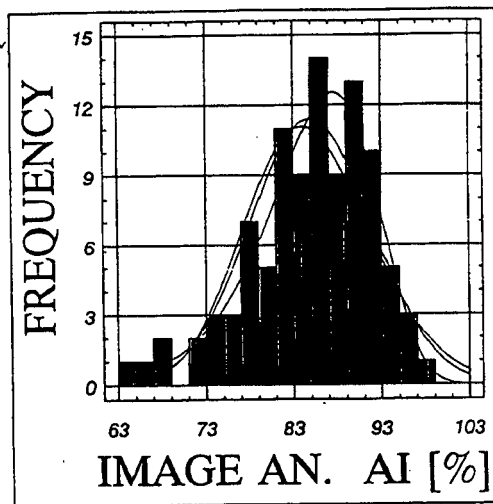


FIGURA 8: Ajuste a las leyes Normal, Log-Normal y Weibull de la distribución del factor de cobertura por Análisis de Imagen, AI.

Se observa que ninguno de los criterios especulativos ajusta bien a alguna de las tres distribuciones ensayadas, ya que el  $X^2$  es significativo al nivel 0,1% en todos los casos menos en uno, en que lo es al 1%. Los histogramas son poco coherentes y a menudo polimodales. Cuando se aplica el criterio de Galcerán 0 aparece una distribución bimodal con dos grupos claramente separados correspondientes respectivamente a los tejidos fabricados con hilos cardados y peinados. Cuando se aplica el factor K de Eurotex también aparece bimodalidad y uno de los grupos corresponde a los tejidos obtenidos con hilos cardados y el segundo a los tejidos fabricados con hilos peinados y mezclados (cardados/peinados).

El análisis de la imagen conduce a ajustes significativos para los tres tipos de distribución. La que ajusta mejor es la de Weibull, seguida de la log-normal y la de Gauss.

### 5.3. Influencia del tipo del hilo y del ligamento sobre el factor de cobertura

La tabla 1 muestra que 9 tejidos fueron obtenidos mediante el ligamento tafetán, 13 según

una sarga y uno con ligamento granito. Excluyendo este último, en el grupo tafetán figuran 5 tejidos fabricados con hilos cardados, 3 con hilos peinados y 1 mixto. En el grupo de las sargas había 4 tejidos obtenidos con hilos cardados, 6 con hilos peinados y 3 mixtos. La influencia del tipo de hilatura y del ligamento se puede evaluar mediante un ANOVA multifactorial. El efecto del ligamento se midió considerando en el tafetán y la sarga mientras que el efecto del tipo de hilo fue medido considerando sólo los tejidos fabricados con hilos cardados, mixtos (urdimbre peinada y trama cardada) y tejidos fabricados con hilos peinados. Las interacciones entre ligamentos y el tipo de hilos también fueron evaluadas. Los resultados figuran en la tabla 12.

El efecto del tipo de ligamento resultó significativo al nivel del 5%. Los tejidos tafetán en la fase acabada presentan un factor de cobertura del 85,7% mientras que las sargas suben al 91,3%. El efecto del tipo de hilo fue significativo al 1%. Los tejidos fabricados con hilos cardados presentan un factor medio del 84,4%, los mixtos suben al 88,9% y los obtenidos con hilos peinados llegan al 92,1%. Las interacciones entre los dos factores no fueron significativas por lo que los efectos del hilo y el ligamento son independientes.

**TABLA 12**  
 ANOVA. Factores de Cobertura AI de los tejidos acabados

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significación
TIPO TEJIDO	128.28	1	128.28	7.88	.013
TIPO HILO	265.22	2	132.61	8.14	.004
TEJIDOXHILO	20.78	2	10.39	0.64	.541
RESIDUAL	260.61	16			
TOTAL	674.87	21			

## 6. CONCLUSIONES

El estudio comparativo de distintos criterios especulativos para definir el factor de cobertura de los tejidos con la aplicación del análisis de la imagen para este menester permite llegar a las siguientes conclusiones:

**6.1.** Por lo general existen distintos grados de correlación entre los distintos criterios estudiados. Pueden formarse dos grupos. El primero incluye los criterios de Galcerán, Eurotex y Seyam, que concuerdan entre ellos con coeficientes de correlación de más de 0,90 pero no concuerdan con los criterios de Grosberg y el análisis de la imagen. Estos dos últimos valores presentan una correlación razonable de 0.78 y constituyen el segundo grupo.

**6.2.** El factor de cobertura obtenido mediante el análisis de la imagen es mayor que el que proporcionan los demás criterios analizados.

**6.3.** Los procesos de acabado no siempre producen diferencias significativas en el factor de cobertura obtenido mediante el análisis de la imagen. Las diferencias más significativas se han obtenido entre las empesas y los tejidos acabados a través de los procesos B y D.

**6.4.** Tanto el proceso de hilatura (cardado o peinado) de los hilos que componen el tejido como el ligamento de los tejidos influyen significativamente sobre el factor de cobertura existiendo interacción entre ambos factores.

**6.5.** Mientras los criterios especulativos suministran distribuciones del factor de cobertura que no se ajustan a las leyes estadísticas más comunes, dando lugar a histogramas heterogéneos y a menudo polimodales, el análisis de la imagen proporciona unas distribuciones que se ajusten bien a las leyes probadas. El mejor ajuste se obtuvo con la ley de

Weibull, seguida por la log-normal y la normal. Con cualquiera de las tres se obtienen ajustes de significación correcta.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Bona, B.; "Delle riduzioni e dei pesi dei tessutti" (1878).
2. Bona, M.; "Textile Quality" Texilia, Paravia, Torino (1994).
3. Ashenhurst, "Weaving and Designing Textile Fabrics" Broadvent and C. London (1885).
4. Brierley, J.E.; "Textile Mfr.", 58, 3-4, 47 (1931).
5. Peirce, F.T.; "J. Text. Inst.", 28, t45 (1937).
6. Brierley, J.E.; "Textile Mfr.", 79, 349 (1952).
7. Brierley, J.E.; "Textile Mfr.", 79, 431 (1952).
8. Brierley, J.E.; "Textile Mfr.", 79, 449 (1952).
9. Brierley, J.E.; "J. Text. Inst.", 79, 533 (1949).
10. Peirce, F.T.; "J. Text. Inst.", 40, P11 (1949).
11. Love, L.; "Text. Res. J.", 24, 1073 (1954).
12. Galcerán, V.; "Tecnología del Tejido", Terrassa (1961).
13. Hamilton, J.B.; "J. Text. Inst." 55, T66 (1964).
14. Alford, M.W.; "J. Text. Inst."; 55, T83 (1964).
15. Russell, W.H.; "Textile Ind.", 129, 51 (1965).
16. Grosberg, P.; "Text. Inst. and Ind.", 9, 125 (1971).
17. Grosberg, P.; "Text. Inst. and Ind.", 10, 262 (1972).
18. Elmasan, M.T.; "Text. Inst. and Ind.", 9, 205 (1971).
19. Eurotex, Comett; "An Introductory to Textiles", Vol. III, Fabrics School of Textile Studies. Bolton Institute.

20. Galuzynski, S.; "J. Text. Inst.", 72, T44 (1981).
21. Seyam, A. y El Shek A.; "Text. Res. J.", 64, 653 (1994).
22. Kaswell, E. R.; "Textile Fibers Yarns and Fabrics" A comparative Survey on their Behavior with Spacial Reference to Wool" Reinhold Publ. Corp. N. York (1953).
23. Farnfield, C.A. and P.J. Alvey (Ed.); "Textile Terms and Definitions" The Textile Institute Manchester, 7ª Edición (1975).
24. Bona M., Isnardi, F.A. y Straneo, S.L.; "Manuale di TECnologia Tessile", Ediz. Scient A. Cremonese. Roma (1981).
25. Barella, A.; "Estadística Aplicada", manuales Técnicos AITA nº 8, Barcelona (1969).
26. Weibull, S. "Fatigue Testing and Analysis of Results", London (1961).

## 8. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda financiera del gobierno español a través del Proyecto CICyT-MAT 95-193 y la acción integrada Hispano-Portuguesa Proyecto 57B-1996 y las facilidades técnicas de FITECOM en la preparación de las muestras. Asimismo agradecen a las Sras. C. Martínez, R. Mateu y C. Ferrero por su aporte técnico.

Trabajo presentado en: 1997.02.18.

Aceptado en: 1997.06.11.