

# Índice general

Índice general	XIII
Índice de figuras	XV
Índice de tablas	XXIII
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes . . . . .	2
1.2 Estado el arte . . . . .	3
1.3 Hipótesis y objetivos. . . . .	32
1.4 Estructura de la tesis . . . . .	35
2 Metodología	37
2.1 Materiales. . . . .	38
2.2 Procesos productivos . . . . .	39
2.3 Estructuras de tejidos. . . . .	55
2.4 Aparatos de laboratorio necesarios para el análisis de los tejidos . . . . .	58
2.5 Variables analizadas . . . . .	61

2.6 Técnicas de análisis . . . . .	65
3 Modelización de la longitud de hilo absorbido por una malla sobre tejidos de interlock . . . . .	69
3.1 Experimental. . . . .	70
3.2 Resultados y discusión . . . . .	75
3.3 Conclusiones . . . . .	80
4 Determinación de la longitud de malla en los tejidos de 1x1 rib y punto liso. . . . .	83
4.1 Experimental. . . . .	84
4.2 Resultados y discusión . . . . .	93
4.3 Conclusiones . . . . .	105
5 Cálculo del encogimiento de los tejidos de punto según la forma de la malla. . . . .	107
5.1 Experimental. . . . .	108
5.2 Resultados y discusión . . . . .	110
5.3 Conclusión . . . . .	126
6 Discusión general de los resultados . . . . .	129
6.1 Discusión . . . . .	130
7 Conclusiones . . . . .	155
A . . . . .	163
B . . . . .	173
C . . . . .	187

# Índice de figuras

1.1. Estructuras de género de punto por recogida analizadas en el estudio de Mikocioniene y col. 2010. . . . .	9
1.2. Representación gráfica del tejido milano rib en la investigación de Amreeva y Kurbak . . . . .	11
1.3. Representación gráfica del tejido half milano rib en la investigación de Amreeva y Kurbak . . . . .	11
1.4. Representación gráfica del modelo general de punto liso de Fouda, Hadidy y Deeb . . . . .	17
1.5. Representación gráfica del modelo geométrico en el que se tocan las mallas en dirección de las columnas de Fouda, Hadidy y Deeb	17
2.1. Diagrama del proceso productivo utilizado para la producción de los tejidos utilizados en este estudio . . . . .	39
2.2. Máquina circular de pequeño diámetro modelo Mayer FV 2.0 . . . . .	40
2.3. Máquina circular de una fontura modelo Mayer MV4 II . . . . .	41
2.4. Formación de malla de la máquina circular de una fontura modelo Mayer MV4 II . . . . .	41

2.5. Agujas y platinas utilizadas para la formación de la malla en la máquina circular modelo Mayer MV4 II . . . . .	41
2.6. Máquina circular de punto inglés modelo Mayer FV 2.0 . . . . .	43
2.7. Formación de malla de la máquina circular de punto inglés modelo Mayer MV4 II . . . . .	43
2.8. Agujas utilizadas para la formación de la malla en la máquina circular modelo Mayer FV 2.0 . . . . .	43
2.9. Máquina circular de interlock modelo Mayer IHG II . . . . .	44
2.10. Formación de malla de la máquina circular de interlock modelo Mayer IHG II . . . . .	44
2.11. Agujas utilizadas para la formación de la malla en la máquina circular modelo Mayer IHG II . . . . .	45
2.12. Vista de una máquina de tintura por cuerda MultiflowI . . . . .	46
2.13. Esquema de una máquina Multiflow modelo MCSI . . . . .	46
2.14. Curva de tintura del blanqueo óptico para los tejidos de algodón 100 %. . . . .	47
2.15. Curva de tintura del blanqueo óptico para los tejidos de algodón-elastano. . . . .	48
2.16. Curva de tintura del descrudado, blanqueo químico y tintura en color negro con colorantes reactivos. . . . .	49
2.17. Curva de tintura del descrudado, blanqueo químico y tintura en los colores visón y natural con colorantes reactivos. . . . .	49
2.18. Máquina utilizada para el perchado de género de punto tubular	52
2.19. Vista delantera de una compactadora de género de punto tubular modelo Heliot HC 95 PI . . . . .	53
2.20. Vista trasera de una compactadora de género de punto tubular modelo Heliot HC 95 PI . . . . .	53
2.21. Haz del tejido de punto liso de algodón 100 % después del proceso de tintura. . . . .	55

---

2.22. Representación mediante un diagrama de mallas y agujas del tejido de punto liso. . . . .	55
2.23. Tejido de 1x1 rib de algodón 100 % después del proceso de tintura.	56
2.24. Representación mediante un diagrama de mallas y agujas del tejido de 1x1 rib. . . . .	56
2.25. Tejido de interlock de algodón 100 % después del proceso de tintura. . . . .	57
2.26. Representación mediante un diagrama de mallas y agujas del tejido de interlock. . . . .	57
2.27. Lavadora normalizada modelo Electrolux Wascator FOM71MP utilizada para el análisis de los tejidos utilizados en esta investigación . . . . .	58
2.28. Cuentahilos utilizado para el análisis de la densidad de malla .	59
2.29. Cortaprobetas utilizado para el análisis del tejido en esta investigación . . . . .	59
2.30. Balanza de precisión utilizada en el análisis del tejido en esta investigación . . . . .	60
2.31. Aparato utilizado para la medición de la longitud de un hilo . .	60
2.32. Representación esquemática sobre una estructura de punto de las variables $P_{das}/cm$ , $columnas/cm$ , densidad de malla, masa laminar, longitud de malla, alto de malla y ancho de malla. . .	62
3.1. Gráfico del modelo de regresión lineal ajustado del tejido T3 que describe la relación entre la inversa de la longitud de malla y las pasadas/cm para el estado de relajación DWR. . . . .	77
3.2. Gráfico del modelo de regresión lineal ajustado del tejido T3 que describe la relación entre la inversa de la longitud de malla y las columnas/cm para el estado de relajación DWR. . . . .	77
3.3. Gráfico del modelo de regresión lineal ajustado del tejido T3 que describe la relación entre la inversa de la longitud de malla y la densidad de malla para el estado de relajación DWR. . . . .	78

4.1. Estados de relajación en los procesos de tejeduría y tintura. . . . .	90
4.2. Pasadas por centímetro para las estructuras de 1x1 rib. . . . .	95
4.3. Columnas por centímetro para las estructuras de 1x1 rib. . . . .	96
4.4. Densidad de Malla para las estructuras de 1x1 rib. . . . .	97
4.5. Longitud de malla para las estructuras de 1x1 rib. . . . .	98
4.6. Pasadas por centímetro para las estructuras de punto liso. . . . .	99
4.7. Columnas por centímetro para las estructuras de punto liso. . . . .	100
4.8. Densidad de Malla para las estructuras de punto liso. . . . .	101
4.9. Longitud de malla para las estructuras de punto liso. . . . .	102
4.10. Modelo de regresión lineal para los tejidos de punto liso. Relación entre las pasadas por centímetro y la longitud de malla en el estado de relajación DWR. . . . .	103
4.11. Modelo de regresión lineal para los tejidos de punto liso. Relación entre las columnas por centímetro y la longitud de malla en el estado de relajación DWR. . . . .	103
4.12. Modelo de regresión lineal para los tejidos de punto liso. Relación entre la densidad de malla y la longitud de malla en el estado de relajación DWR. . . . .	104
5.1. Variaciones dimensionales porcentuales obtenidas del análisis de las tres estructuras de interlock hechas con 19,44 Tex 100 % algodón con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	114
5.2. Estructura de interlock con mallas normales en los estados de relajación KDR (a), DDR (b) y DWR (c). . . . .	115
5.3. Variaciones dimensionales porcentuales obtenidas del análisis de las tres estructuras de 1x1 rib, dos de las cuales con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 %, y una tercera con 11,77 Tex vanisado en alimentadores alternos en las agujas del plato con 22 dTex de elastano, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	118

- 
- 5.4. Estructura de 1x1 rib con hilo de título 21,96 Tex de algodón 100 % en los estados de relajación KDR (a), DDR (b) y DWR (c).119
- 5.5. Variaciones dimensionales porcentuales obtenidas del análisis de las tres estructuras de punto liso hechas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . . 122
- 5.6. Estructura de punto liso con hilo de título 21,96 Tex de algodón 100 % en los estados de relajación KDR (a), DDR (b) y DWR (c).123
- 5.7. Representación gráfica del modelo obtenido por regresión lineal para predecir la variable alto de malla (Y) en el estado de relajación DWR conociendo el valor de la misma variable en el estado DDR para las estructuras de 1x1 rib. . . . . 124
- 5.8. Representación gráfica del modelo obtenido por regresión lineal para predecir la variable alto de malla (Y) en el estado de relajación DWR conociendo el valor de la misma variable en el estado DDR para las estructuras de punto liso. . . . . 125
- 6.1. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable C de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . . 130
- 6.2. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable P de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . . 131
- 6.3. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable DM de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . . 132

6.4.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable X de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	133
6.5.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable Y de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	134
6.6.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable LM de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	135
6.7.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable T de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	136
6.8.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable G de las tres estructuras de interlock producidas por 19,44 Tex de algodón 100 % con mallas flojas (LM=0,360 cm), mallas normales (LM=0,340 cm) y mallas apretadas (LM=0,320 cm) entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	137
6.9.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable C de las tres estructuras de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	138
6.10.	Representación gráfica de la variación porcentual de la variable P de las tres estructuras analizaas de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR.	139



- 6.11. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable DM de las tres estructuras analizaas de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR.140
  
- 6.12. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable X de las tres estructuras de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR . . . . . 141
  
- 6.13. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable Y de las tres estructuras de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR . . . . . 142
  
- 6.14. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable LM de las tres estructuras de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR . . . . . 143
  
- 6.15. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable T de las tres estructuras de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR . . . . . 144
  
- 6.16. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable G de las tres estructuras de 1x1 rib producidas dos de ellas con 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % y una tercera con 11,77 Tex vanisado con elastano de 22 dTex en cursos alternos del plato, entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR . . . . . 145
  
- 6.17. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable C de las tres estructuras analizadas de Punto LIso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . . 146

6.18. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable P de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	147
6.19. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable DM de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	148
6.20. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable X de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	149
6.21. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable Y de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	150
6.22. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable LM de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	151
6.23. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable T de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	152
6.24. Representación gráfica de la variación porcentual de la variable G de las tres estructuras analizadas de Punto Liso producidas con 15,83, 19,44 y 21,96 Tex de algodón 100 % entre los estados de relajación KDR-DDR y DDR-DWR. . . . .	153

# Índice de tablas

1.1. Ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación propuestos por Kumar y Sampath . . . . .	14
2.1. Hilos a utilizar en la fabricación de los tejidos a ensayar. . . . .	38
2.2. Máquinas circulares utilizadas para la fabricación de los tejidos de punto liso utilizados en esta investigación. . . . .	42
2.3. Máquinas circulares utilizadas para la fabricación de los tejidos de 1x1 rib utilizados en esta investigación. . . . .	42
2.4. Máquinas circulares utilizadas para la fabricación de los tejidos 1x1 rib vanisados con elastómero utilizados en esta investigación. . . . .	43
2.5. Máquinas circulares utilizadas para la fabricación de los tejidos con estructura de interlock T1, T2, T3. . . . .	45
2.6. Productos utilizados en el blanqueo óptico del algodón. . . . .	47
2.7. Productos utilizados en el blanqueo óptico del algodón-elastano. . . . .	48
2.8. Productos utilizados en el proceso de tintura del color negro en algodón-elastano. . . . .	50
2.9. Productos utilizados en el proceso de tintura de los colores visón y natural en algodón-elastano. . . . .	51

3.1. Resultado experimentales de los tejidos T1, T2, T3, después del proceso de tejeduría. . . . .	71
3.2. Resultado experimentales de los tejidos T1, T2, T3, en el estado de relajación DDR. . . . .	73
3.3. Resultado experimentales de los tejidos T1, T2, T3, en el estado de relajación DWR. . . . .	74
3.4. Modelos propuestos mediante regresión lineal para cada tejido T1, T2, T3, en el estado de relajación DDR. . . . .	75
3.5. Modelos propuestos mediante regresión lineal para cada tejido T1, T2, T3, en el estado de relajación DWR. . . . .	76
3.6. Modelos propuestos mediante regresión lineal genéricos para los tres tejidos analizados en el estado de relajación DDR. . . . .	78
3.7. Modelos propuestos mediante regresión lineal genéricos para los tres tejidos analizados T1, T2, T3, en el estado de relajación DWR. . . . .	79
3.8. Resumen de los errores estimados cometidos por los modelos propuestos, para cada tejido (T1, T2, T3) para la estimación de la longitud de malla. . . . .	79
3.9. Resumen de los errores estimados cometidos por los modelos genéricos propuestos para la estimación de la longitud de malla. . . . .	80
4.1. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de 1x1 rib y 1x1 rib vanisadas en los estados de relajación KDR. . . . .	86
4.2. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de 1x1 rib y 1x1 rib vanisadas en los estados de relajación KWR. . . . .	87
4.3. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de punto liso en el estado de relajación KDR. . . . .	88
4.4. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de punto liso en el estado de relajación KWR. . . . .	89

---

4.5. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de 1x1 rib y 1x1 rib vanisadas en el estado de relajación DDR. . . . .	91
4.6. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de 1x1 rib y 1x1 rib vanisadas en el estado de relajación DWR. . . . .	92
4.7. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de punto liso en el estado de relajación DDR. . . . .	93
4.8. Resultados experimentales obtenidos del análisis de las estructuras de punto liso en el estado de relajación DWR. . . . .	94
4.9. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de 1x1 rib estudiados en el estado de relajación KDR. . . . .	95
4.10. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de 1x1 rib estudiados en el estado de relajación KWR. . . . .	96
4.11. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de punto liso estudiados en el estado de relajación KDR. . . . .	97
4.12. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de punto liso estudiados en el estado de relajación KWR. . . . .	98
4.13. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de 1x1 rib estudiados en el estado de relajación DDR. . . . .	99
4.14. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de 1x1 rib estudiados en el estado de relajación DWR. . . . .	100
4.15. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de punto liso estudiados en el estado de relajación DDR. . . . .	101
4.16. Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de punto liso estudiados en el estado de relajación DWR. . . . .	102
5.1. Variaciones porcentuales obtenidas del análisis de tres estructuras de interlock entre los estados de relajación KDR-DDR. . . . .	112
5.2. Variaciones porcentuales obtenidas del análisis de tres estructuras de interlock entre los estados de relajación DDR-DWR. . . . .	113

5.3.	Variaciones porcentuales obtenidas del análisis de tres estructuras de 1x1 rib entre los estados de relajación KDR-DDR. . . . .	116
5.4.	Variaciones porcentuales obtenidas del análisis de tres estructuras de 1x1 rib entre los estados de relajación DDR-DWR. . . . .	117
5.5.	Variaciones porcentuales obtenidas del análisis de tres estructuras de punto liso entre los estados de relajación KDR-DDR. . . . .	120
5.6.	Variaciones porcentuales obtenidas del análisis de tres estructuras de punto liso entre los estados de relajación DDR-DWR. . . . .	121
5.7.	Modelos propuestos por regresión lineal para estimar las variables Alto de Malla (Y) y Ancho de Malla (X) en los tejidos de interlock, 1x1 rib y punto liso analizados en el estado de relajación DWR. . . . .	124
7.1.	Modelos propuestos por regresión lineal para estimar las variables Alto de Malla (Y) y Ancho de Malla (X) en los tejidos de interlock, 1x1 rib y punto liso analizados en el estado de relajación DWR. . . . .	156
7.2.	Modelos propuestos mediante regresión lineal genéricos para los tres tejidos analizados en el estado de relajación DDR. . . . .	157
7.3.	Modelos propuestos mediante regresión lineal genéricos para los tres tejidos analizados T1, T2, T3, en el estado de relajación DWR. . . . .	157
7.4.	Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de 1x1 rib estudiados en el estado de relajación DDR. . . . .	158
7.5.	Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de 1x1 rib estudiados en el estado de relajación DWR. . . . .	158
7.6.	Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de punto liso estudiados en el estado de relajación DDR. . . . .	159
7.7.	Modelos propuestos por regresión lineal válidos para los tejidos de punto liso estudiados en el estado de relajación DWR. . . . .	159