



Tesis doctoral

El Mantón de Manila.

*Examen morfológico, iconográfico
y material, en pro de su conservación
y restauración.*

*Criterios y metodología de intervención
para su consolidación.*

Autora: Natalia Arbués Fandos

Directoras de tesis:

Sofía Vicente Palomino

Dolores Julia Yusa Marco

M^a Angeles Bonet Aracil

universidad Politécnica de Valencia

Facultad de Bellas Artes de San Carlos

Departamento de Conservación y Restauración.

Valencia, 16 de diciembre 2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENT DE CONSERVACIÓ I
RESTAURACIÓ DE BENS CULTURALS



Tesis doctoral

El Mantón de Manila.

*Examen morfológico, iconográfico
y material, en pro de su conservación
y restauración.*

*Criterios y metodología de intervención
para su consolidación.*

Autora: Natalia Arbués Fandos

Directoras de tesis:
Sofía Vicente Palomino
Dolores Julia Yusá Marco
M^a Angeles Bonet Aracil

Valencia, 16 de diciembre 2015

—

AGRADECIMIENTOS

Normalmente los agradecimientos en las tesis doctorales empiezan dando las gracias a la institución que da cabida a las inquietudes de un proyecto, y en este caso será el Departamento de conservación y restauración de bienes culturales de la Universidad Politécnica de Valencia, el que dio fe a una ilusión que cuajo dando pie a una tesis que mezcla restauración, ciencia y arte, así mismo cabe recalcar ahora el entusiasmo y confianza que desde este departamento muestra y han mostrado por la investigación en el conocimiento y tratamiento de las obras de arte textil, como un género artístico similar a cualquier otro, dándole el valor que la historia ha mostrado siempre en todos sus múltiples formatos.

A continuación los distintos autores que han escrito agradecimientos en sus respectivas tesis, dan paso a citar en este momento a personas que les han ayudado de forma esencial a nivel académico a llegar a buen puerto en sus investigaciones, para seguir en sus agradecimientos con aquellas personas que han supuesto para ellos un apoyo personal y familiar en el día a día de su periplo doctoral. En mi caso tengo la suerte de mezclar ambos apartados. Será Sofía Vicente Palomino no sólo una de mis directoras de tesis, sin la cual toda esta investigación no hubiera ni siquiera nacido, si no una compañera infatigable y una amiga fiel que siempre, y me gustaría recalcar este siempre, ha estado a mi

AGRADECIMIENTOS

lado, convirtiendo nuestro trabajo y esfuerzo en algo apasionante y sorprendente. Es Dolores Julia Yuso un diamante que encontramos en nuestro largo camino que pronto se convirtió en pilón de nuestra locura investigadora, poniendo siempre su lado científico y analítico en pro de este trabajo, contagiándonos de forma abrumadora de su gran capacidad de trabajo. Y no podría de ninguna manera no agradecer a M^aAngeles Bonet y Pablo Monllor su gran acogida y paciencia, regalándome su tiempo y su sapiencia dentro del mundo de los tejidos desde perspectivas inquietantes y embriagadoras, abriéndonos los ojos a un mundo textil desde otras perspectivas, me gustaría también incluir aquí a Eva Montesinos, como una de las personas que mejor ha entendido este proyecto, sabiendo transformar de forma maravillosa, la teoría en práctica.

Y ahora, como no y para evitar represalias, debo agradecer a Jacobo su paciencia y apoyo constantes, (gracias por darme el tiempo para hacer realidad un sueño). A Oscar y Carla por no tener en cuenta nunca mis horas frente al ordenador, a mis padres y hermanos por transmitirme en todo momento un apoyo incondicional, siendo el ancla que me ha mantenido a flote en momentos de flaqueza. Y gracias a todas aquellas personas que de forma altruista y desinteresada me han abierto las puertas de sus casas para enseñarme retales de sus recuerdos familiares bordados en seda y adornados con fleco.



RESUMEN

Los mantones de Manila tienen como material constituyente la seda presentando las patologías de deterioro de esta, como son debilidad mecánica y degradación natural debido al uso. Esta investigación surgió después de estudiar varios mantones de Manila que necesitaban tratamiento de consolidación, tener que consolidar y restablecer su funcionalidad, fue lo que llevo al estudio de soluciones y métodos de actuación.

La consolidación es uno de los procesos más delicados y decisivos para preservar cualquier tipo de tejido. La adición de nuevas telas cosidas a los textiles originales es una práctica común hoy en día para consolidar, reforzar y compensar las pérdidas de los textiles históricos. Los resultados obtenidos de esta investigación se centran en la caracterización físico-química de tejidos y sistemas para la consolidación centrándonos en las características especiales de esta tipología.

Los datos de los ensayos sobre las probetas que fueron sometidas a envejecimientos artificiales acelerados (radiación de calor y UV seco y húmedo) fueron analizados mediante un enfoque multidisciplinar combinando la microscopía (LM y SEM / EDX) y espectroscopia de reflectancia (FTIR), con ensayos de tracción para caracterizar el comportamiento mecánico antes y después del envejecimiento. Los ensayos de tracción se llevaron a cabo en tramas y urdimbres.

RESUMEN

Con la comparación de los espectros de IR obtenidos con ATR en diferentes áreas se evidencian los grados de oxidación y amarilleamiento.

Mediante las imágenes obtenidas por LM y SEM se identificaron los deterioros en diferentes áreas de la superficie. De los resultados obtenidos se ha realizado una descripción de las aplicaciones más adecuadas en cuanto a los materiales y en correspondencia con los deterioros de estas obras.

Otro propósito de este estudio ha sido establecer un método óptimo de puntadas de consolidación. Valorando la transparencia y resistencia como requisitos esenciales. Esta investigación mostrará los resultados obtenidos con probetas realizadas con crespón como tela de base y dos tipos de técnicas: el "punto de restauración" y la puntada de hilván o bastilla. Las muestras se prepararon con los diferentes tejidos analizados, en ambas direcciones de urdimbre y de trama y se cosieron de manera uniforme con el fin de minimizar las diferencias entre las muestras, sometiéndose a ensayos de tracción con un dinamómetro. Los resultados obtenidos ayudaron a establecer la idoneidad de cada método de consolidación.

RESUMEN

As it happens with any wearable accessory, Manila embroidered silk shawls usually evidence pathologies that have mainly to do with mechanical weakness and failure. This research emerged after studying several Manila shawls that needed treatment. Having to consolidate and reinforce them to re-establish their functionality, an auxiliary textile had to be chosen.

Consolidation is one of the most delicate and decisive process to preserve any fabric. The addition of new sewed fabrics to the original textiles is a common practice nowadays to consolidate, reinforce and compensate losses in historic textiles. Results obtained from this research focus on the physic-chemical characterization of consolidation textile.

Data from specimens subjected to artificial accelerated ageing (dry and wet heat and UV radiation) are also shown. A multi-method approach is proposed combining microscopy (LM and SEM/EDX) and spectroscopy (reflectance, FTIR) techniques and traction tensile tests in order to characterize the overall behavior of their before/after ageing processes. Tensile tests were run in weft and warp directions. Comparison of IR spectra obtained in ATR mode from different areas of the textile has evidenced that the yellowness and oxidation. About LM and SEM examination enabled the identification of empty fiber and micro fissures in different areas on the surface.

RESUMEN

Other purpose of this study is to establish an optimum method for the consolidation of 'Manila shawls'. Transparency and strength are common requirements for any consolidation process. This research will show results obtained with *Chinese crepe* as base fabric and two types of techniques: couching and basting.

Specimens were prepared with different fabrics in both weft and warp directions and were sowed uniformly in order to minimize differences among samples. Specimens were subjected to tensile tests with a dynamometer. Results obtained allowed to establish the suitability of each consolidation method in this specific case.

RESUMEN

Els mantons de Manila tenen com a material constituent la seda presentant les patologies de deteriorament d'aquesta, com són debilitat mecànica i degradació natural i causa de l'ús. Aquesta investigació va sorgir després d'estudiar diversos mantons de Manila que necessitaven tractament de consolidació, haver de consolidar i restablir la seva funcionalitat, va ser el que porto a l'estudi de solucions i mètodes d'actuació.

La consolidació és un dels processos més delicats i decisius per preservar qualsevol tipus de teixit. L'adició de noves teles cosides als tèxtils originals és una pràctica comu avui dia per consolidar, reforçar i compensar les pèrdues dels tèxtils històrics. Els resultats obtinguts d'aquesta investigació se centren en la caracterització fisicoquímica de teixits i sistemes per a la consolidació centrant-nos en les característiques especials d'aquesta tipologia .

Les dades dels assaigs sobre les provetes que van ser sotmeses a envelliment artificials accelerats (radiació de calor i UV sec i humit) van ser analitzats mitjançant un enfocament multidisciplinari combinant la microscòpia (LM i SEM / EDX) i espectroscòpia de reflectància (FTIR), amb assaigs de tracció per caracteritzar el comportament mecànic abans i després de l'envelliment. Els assajos de tracció es van dur a terme en trames i ordits.

RESUMEN

Amb la comparació dels espectres d'IR i ATR de diferents àrees per evidenciar els graus d'oxidació i engroguiment. Mitjançant les imatges obtingudes per LM i SEM es van identificar les degradacions en diferents àrees de la superfície. Dels resultats obtinguts s'ha realitzat una descripció de les aplicacions més adequades pel que fa als materials i en correspondència amb els deterioraments d'aquestes obres.

Un altre propòsit d'aquest estudi ha estat establir un mètode òptim de puntades de consolidació. Valorant la transparència i la força com a requisits essencials. Aquesta investigació mostrarà els resultats obtinguts amb provetes realitzades amb crespó com a tela de base i dos tipus de tècniques: el "punt de restauració" i la puntada de embasta o bastilla. Les mostres es van preparar amb els diferents teixits analitzats, en ambdues direccions d'ordit i de trama i es van cosir de manera uniforme per tal de minimitzar les diferències entre les mostres, sotmetent-les a assajos de tracció amb un dinamòmetre. Els resultats obtinguts van ajudar a establir la idoneïtat de cada mètode de consolidació.

ÍNDICE



ÍNDICE

A. INTRODUCCIÓN 4 pp.

B. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA 10 pp.

1- **Objetivos 10 pp.**

2- **Metodología 11 pp.**

C. ORIGENES DEL MANTÓN DE MANILA 16 pp.

1. **El comercio de la seda 17 pp.**

El galeón de Manila

2. **La Ruta del Mantón de Manila 20 pp.**

D. EL GUSTO POR EL EXOTISMO 20 pp.

1-Materiales : La seda 50 pp.

1. **Composición de la seda 50 pp.**

2. **Formación de la seda; El capullo 53 pp.**

3. **Proceso de extracción de la seda 54 pp.**

4. **Procesos de extracción de la fibra 59 pp.**

5. **Clases de hilos de seda 79 pp.**

6. **Procesado de la seda 80 pp.**

2-Técnicas de bordado 86 pp.

2-1 **Distribución del bordado sobre la tela base 86 pp.**

2-2 **Tipos de hilos 89 pp.**

2-3 **Técnica de bordado según el centro de producción 91 pp.**

3- Iconografía de los motivos más comunes en los bordados de los mantones de Manila 131 pp.

ÍNDICE

E. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN 198 pp.

1- Factores internos 199 pp.

*Composición, técnica y calidad de los materiales
constitutivos 199 pp.*

2- Condiciones atmosféricas externas 208 pp.

Humedad Relativa del aire 208 pp.

Contaminación atmosférica 210 pp.

Temperatura 210 pp.

Luz 211 pp.

Ventilación 212 pp.

3- Factores biológicos 213 pp.

4- Inadecuada manipulación 214 pp.

5- Condiciones óptimas de conservación 231 pp.

6- Ficha técnica 234 pp.

F. PARTE EXPERIMENTAL 248 pp.

1. Materiales 248 pp.

Crepelina de seda 248 pp.

Organza de seda 249 pp.

Pongé de seda 249 pp.

Monofilamento de naylon 249 pp.

Tul de seda 250 pp.

Hilo de seda 252 pp.

2. Equipamiento 254 pp.

Microscopio estereoscópico 254 pp.

Espectrofotómetro de reflexión 254 pp.

Dinamómetro 255 pp.



ÍNDICE



Espectrofotómetro infrarrojo por transformada de Fourier 256 pp.

Cámaras de envejecimiento acelerado 256 pp.

- Estufa de convección WTR Binder 256 pp.
- Cámara climática VLK Range of laboratory 257 pp.
- Cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta 258 pp.

Microscopio electrónico de barrido 258 pp.

3. Procedimientos 259 pp.

Proceso de envejecimiento acelerado 259 pp.

- Cámara de envejecimiento acelerado por la acción de calor seco 261 pp.
- Cámara de envejecimiento acelerado por la acción de calor húmedo 263 pp.
- Cámara de envejecimiento acelerado artificial por la acción de la radiación ultravioleta 264 pp.

Procedimientos de medida 265 pp.

Tejidos de consolidación 265pp.

- Resistencia a la tracción con el dinamómetro 265 pp.
- Espectrofotometría infrarroja por transformada de Fourier 268 pp.
- Medidas colorimétricas 268 pp.
- Microscopio electrónico de barrido SEM 270 pp.

ÍNDICE



Puntos de consolidación 271 pp.

- Medición de la resistencia a la tracción de diferentes materiales con “punto de restauración”
- Medición de la resistencia a la tracción del “punto de restauración modulado” comparándolo con los resultados de la resistencia a la tracción del “punto de restauración”
- Comparación entre la resistencia a la tracción de los tejidos de refuerzo con punto de hilván, con el punto de restauración y el punto de restauración modulado.

Transparencia de los tejidos 275 pp.

Desglose del número de probetas preparadas para el estudio de los materiales 276 pp.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 292 pp.

Materiales de consolidación 292 pp.

Tejidos de consolidación 292 pp.

Crepelina de seda 296 pp.

Pongé de seda 352 pp.

Organza de seda 410 pp.

Tul de seda 464 pp.

Monofilamento de nylon 518 pp.

Comparativa de materiales 575 pp.

Características físicas 575 pp.

Características cromáticas 614 pp.

Características mecánicas 627 pp.

Características estructurales 650 pp.

ÍNDICE

Recreación de consolidación textil 653 pp.

G. APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS 696 pp.

H. CONCLUSIONES 723 pp.

I. CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS 731 pp.







A. Introducción

“La seda es a las demás materias textiles conocidas y estudiadas, lo que el oro para el resto de los metales”

Laboulaye

Existe un elemento en el panorama actual que pasa más desapercibido de lo que debiera por su categoría artística. Se trata de una constante en nuestra vida social, que no se puede pasar por alto, “El Mantón del Manila”. Un reflejo artístico-social, de un gusto y una tradición, que va evolucionando y transformándose, desde la exquisitez oriental a la estética actual.

El mantón de Manila, símbolo exterior de España, encierra algo más interesante en si mismo que una metáfora de un pueblo, supuso una constante en la vida social española.

El mantón de Manila alberga una calidad artística e histórica, digna de un capítulo introductorio que indague en el comercio marítimo del S.XIX, sumergiéndose en una realidad de conquistas y descubrimientos vitales en la historia de la Humanidad.

Está compuesto de uno de los materiales más exquisitos y ricos dentro del mundo de los textiles, la seda, excusándonos en ello para realizar un estudio de está en Occidente y en Oriente. Coincidiendo en Occidente con una época de avances científicos que hicieron variar sus procesos de producción de forma radical en comparación con los métodos tradicionales utilizados de forma simultánea en Oriente.



A-Introducción.

Conceptualmente el mantón de Manila, supuso un choque entre culturas opuestas en costumbres, tradiciones y religiones, dando una lección de convivencia y acoplamiento entre mentalidades orientales y occidentales, naciendo la atracción por las “*chinoises*”, siendo el mantón de Manila uno de esos productos que impregnaron la moda de ese gusto orientalizante.

El mantón de Manila es una pieza textil que al ser restaurada requiere y precisa de una serie de sistemas de consolidación complicados, puesto que han de cumplir las premisas de máxima transparencia y resistencia, circunstancia muy interesante para realizar la búsqueda de soluciones adecuadas.

Los mantones, son piezas que se siguen utilizando para lo que fueron creadas, “lucirlos”. Por eso hemos de ser sumamente delicados pero al mismo tiempo realizar intervenciones que aporten resistencia, dado que:

- ✓ Son piezas en las que nuestra intervención debería pasar lo más desapercibida posible.
- ✓ En muchos casos son piezas reversibles, pese a que se suelen lucir sólo por una cara.
- ✓ Suelen manejarse con cierto descuido, por lo que utilizar dos telas sobrepuestas puede dar pie a tensiones no deseadas. El método de sujeción entre ambas debería ser resistente y flexible.

Teniendo en cuenta esto, ¿Cómo enfrentarnos a una posible consolidación general o parcial mediante costura en un mantón de Manila?

5



Existen piezas en las que la tela base está tan deteriorada que no es, ni capaz de aguantar la verticalidad, o piezas en las que el bordado es tan pesado que esta es incapaz de sujetarlo o sostenerlo. No descartaremos la idea tampoco de desaconsejar su uso en pro de su conservación, aunque vemos más interesante dar soluciones posibles a casos tan complicados a la par que comunes.

El procedimiento más usual empleado, siempre que la obra permita su manipulación, es la costura de determinados tejidos de consolidación a la tela original. Para ello se han seleccionado aquellos más afines al tejido base, que es el crepón de seda, con esta selección hemos escogido los soportes textiles más utilizados de seda, cada uno de ellos tiene unas propiedades por las que vienen utilizándose ampliamente. Por ejemplo: El Pongé, es un tafetán de seda cuyo aspecto es muy adecuado sobre todo en las consolidaciones en las que además tiene la función de reintegrar o reconstruir lagunas. La Organza y la Crepelina, tafetanes de seda de poca densidad, se utilizan mucho como tejidos de consolidación y como estrato superior de consolidación sobre todo en el caso de la Crepelina de seda que por su baja densidad tiene un grado de transparencia muy elevado. El tul de seda nos permitirá comparar ligamentos de red con ligamentos de calada. El monofilamento de nylon, tejido de red sintético, ha sido seleccionado por sus características de adaptabilidad y transparencia, dándonos pie a la comparativa entre materiales sintéticos y naturales.

Son muchos los factores que pueden intervenir en nuestra elección de materiales, tales como el tipo de ligamento, la materia de la que está compuesto, la densidad por cm, la transparencia, la resistencia, la rigidez, el envejecimiento, etc., por eso es importante conocerlos bien antes de ser puesto en uso.



Para ello se comprobaba la idoneidad de cada material y sus características concretas, utilizando protocolos de análisis químico-físicos como son la dinamometría, el espectrofotómetro de reflexión, el espectrofotómetro infrarrojo por transformada de Fourier y el microscopio electrónico de barrido, que facilitan su análisis sin envejecer y modificado mediante cámaras de envejecimiento artificial acelerado.

En la consolidación no sólo entran en juego los materiales, si no también el tipo de “puntadas” que se llevan a cabo, las cuales, de nuevo, varían según las piezas y los deterioros, siendo este otro punto importante en el estudio dentro del sistema de refuerzo textil.

La evaluación de dichos resultados nos conducirá a encontrar diferentes alternativas para la consolidación en obras reales, concretando el motivo del estudio, **La consolidación del Mantón de Manila**, la mayor de sus problemáticas de conservación.









*B. Objetivos y
metodología*

OBJETIVOS

Los objetivos planteados en la presente tesis doctoral se enumeran a continuación:

- ✓ En principio se considera como primer objetivo poner en valor la importancia del mantón de Manila, como obra de arte y documento de nuestra historia y cultura, poniendo de manifiesto la necesidad de que sea tratado y conservado adecuadamente. Con este fin se trabajará en la siguiente dirección: Analizar y poner de manifiesto la enorme riqueza en cuanto a materiales y técnicas que estas obras poseen; Hacer un estudio pormenorizado de las patologías más frecuentes que esta tipología de indumentaria sufre.
- ✓ El segundo objetivo general será estudiar, materiales, características y técnicas utilizados en la consolidación mediante costura en obras textiles, para determinar cuáles serán más adecuados y en qué situaciones. Para ello se seleccionarán dos materiales y dos ligamentos en concreto, tul de seda, la crepelina de seda y el monofilamento de nylon, eligiendo materiales naturales y sintéticos se irán completando los siguientes objetivos específicos:
 - Realizar una comparativa entre materiales (sintéticos y naturales) y tipo de tejidos (calada y de red).
 - Evaluar la interacción de los tejidos seleccionados, con el punto de restauración o de Bolonia, el de bastilla o hilván y una modificación modulada del primero.



- ✓ Valorar el uso de los sistemas de consolidación en obra real dependiendo de la problemática que planteen.

METODOLOGÍA

Los objetivos planteados serán alcanzados siguiendo la metodología que se describe a continuación, en primer lugar, se realiza un exhaustivo volcado bibliográfico y documentación gráfica, sobre el mantón de Manila, su historia, desarrollo, materiales y técnica.

De forma paralela se van estudiando diferentes mantones hasta contar con un total de unos 60 aprox. Se analizan materiales y patologías y toda esta información se procesa y plasma en una ficha creada exprofeso para esta tipología. Con este proceso se deduce que realmente la pérdida de propiedades mecánicas y deterioro del soporte es uno de los principales problemas y en definitiva el causante principal de la pérdida de interés por estas piezas por parte de sus propietarios.

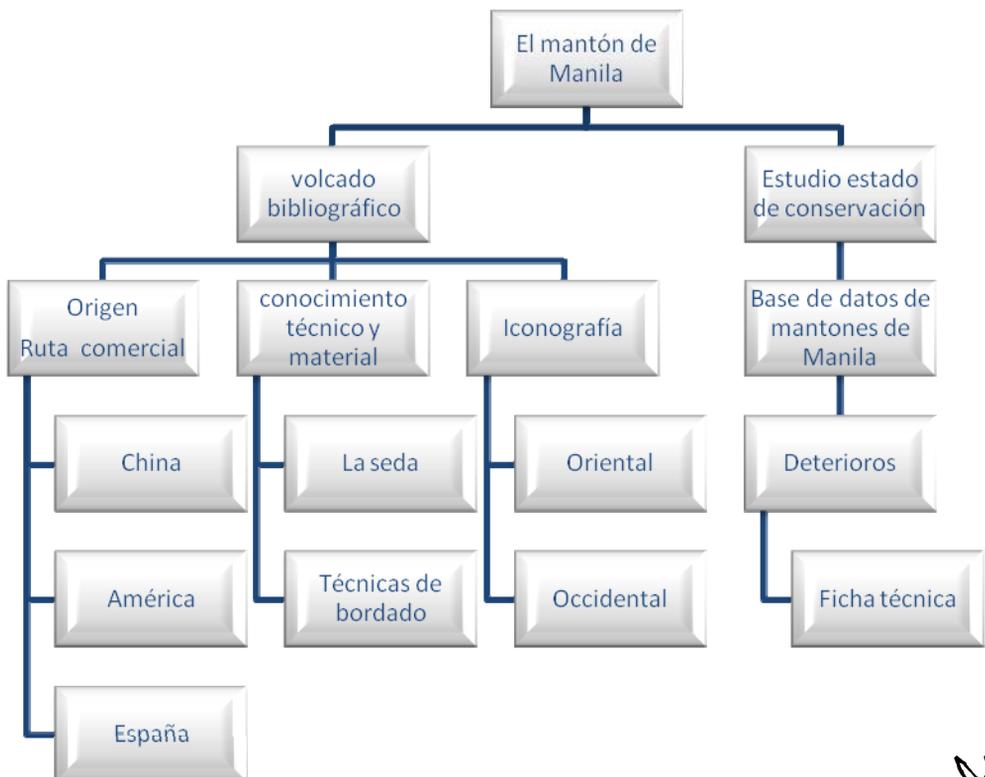
También se revisa toda la información sobre métodos y materiales utilizados en consolidación textil y de esta manera se decide dentro de la gran gama de tejidos utilizables para una óptima consolidación textil, limitar la investigación a aquellos tejidos más aplicables por su transparencia y resistencia. Comprobaremos la idoneidad de cada material y sus características concretas, las probetas preparadas se sometieron a ciclos de envejecimiento artificial acelerado (calor seco, calor húmedo y radiación ultravioletas), los protocolos de análisis químicos y físicos (microscopio óptico y electrónico, espectrofotometría de reflexión, dinamometría, espectrofotometría infrarroja y por transformada de Fourier), cuyo resultado podremos trasladar a una serie de tablas que nos ayudarán a extraer conclusiones en nuestra investigación.



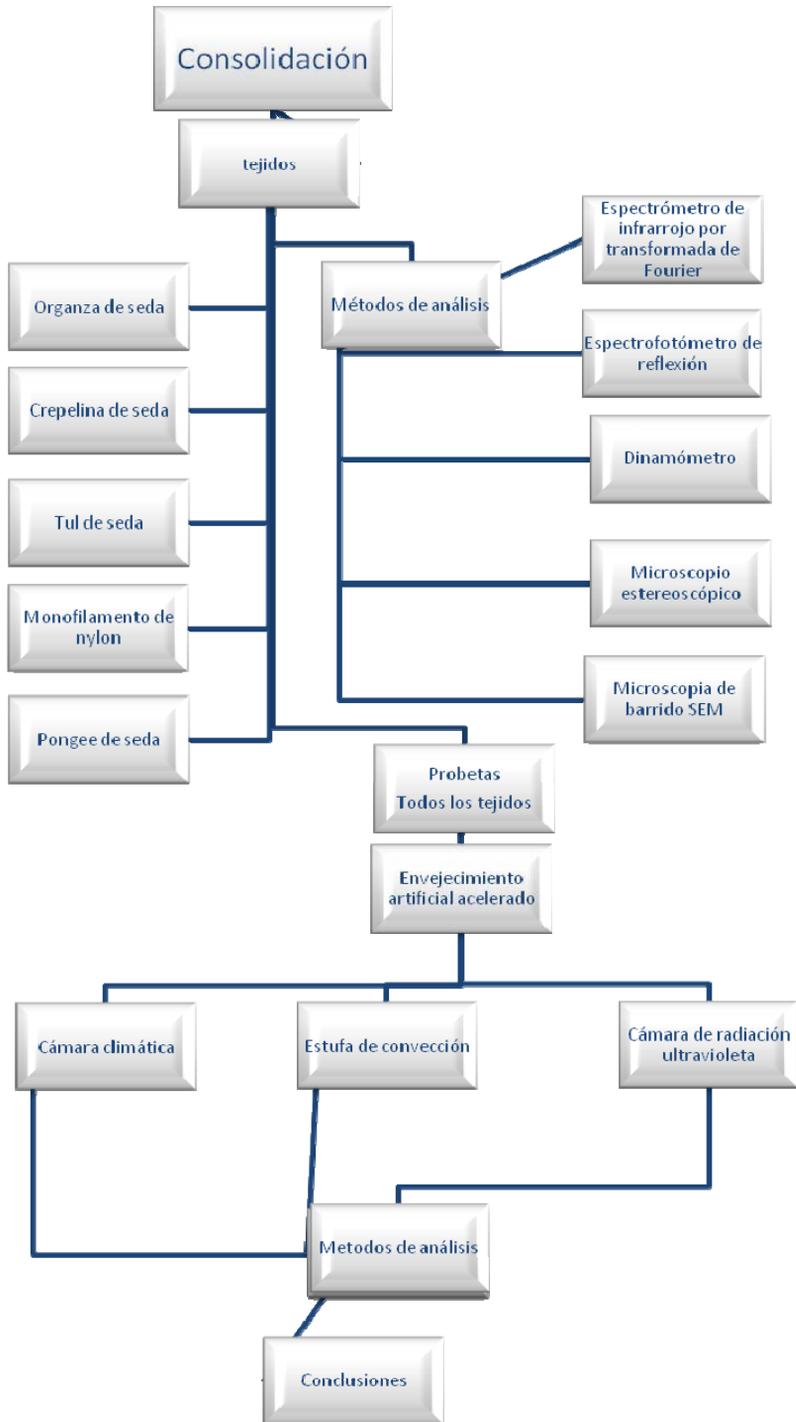
Tras actualizar las propiedades de los materiales, se seleccionan los más adecuados para preparar las probetas de consolidación que evaluarán el sistema de consolidación mediante costura procediendo de idéntica manera.

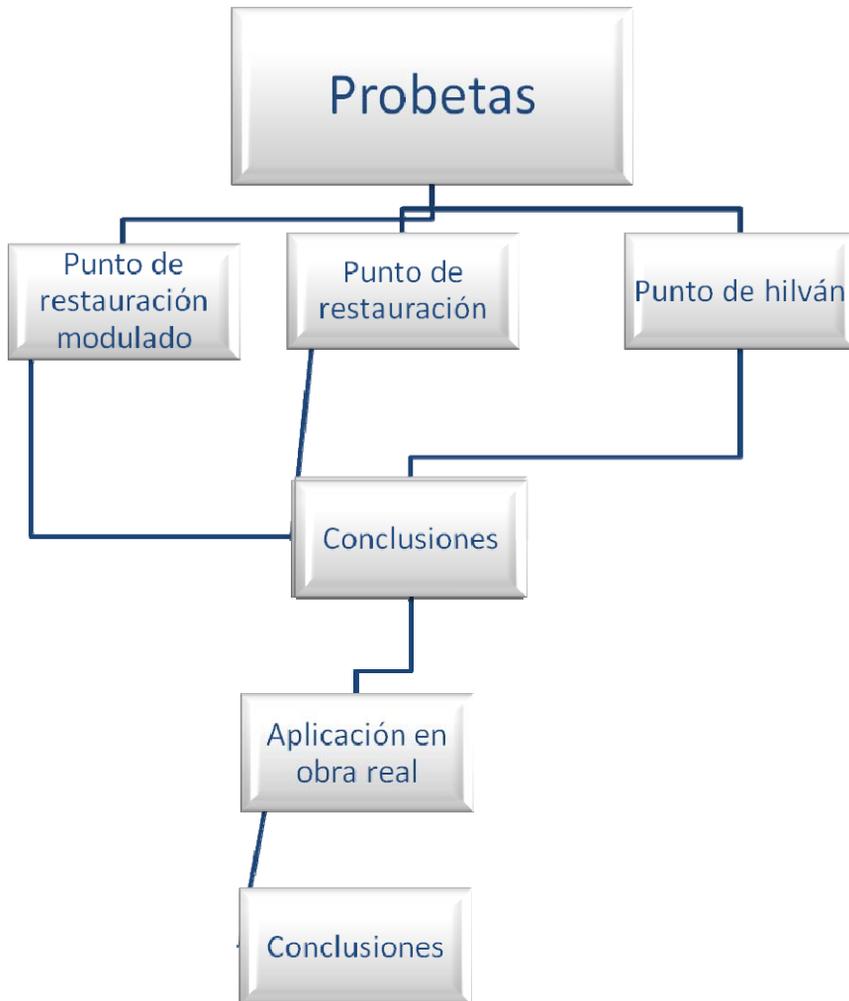
Finalmente se recopilaron los resultados y conclusiones, estableciendo cuales y en qué circunstancias serían adecuados según la problemática detectada en los mantones, esto se incluyéndose en una serie de fichas técnicas.

RESUMEN EN DIAGRAMAS DE FLUJO



B-Objetivos y metodología.









*C-Orígenes del
mantón de
Manila*

En el origen del mantón de Manila, existe una confusión muy común, debido a su nombre, no es una prenda originaria de Manila, Filipinas, como podría deducirse, (pese a que será Manila uno de los puntos neurálgicos donde los comerciantes de la ruta de Oriente harán escala para conseguir estos productos), su origen real es China, Cantón y Macao para ser más precisos siendo los centros de producción de bordados más importantes del país. (Gomez Muriel, M. 1998, pp. 20-21.)

Aunque sea brevemente, es imprescindible citar la importancia que tuvo el Mantón de Manila en el canal económico de *la Ruta de la Seda(marítima)*. Dicha ruta supuso una vía establecida entre puertos de Oriente y Occidente para realizar un intercambio comercial y cultural. Ruta sobre la cual los conflictos mundiales afectaron directamente. En el S. XIV-XV, fue cerrada por tierra por los Turcos y obligó a buscar una nueva ruta marítima para poder hacer frente a la gran demanda de los productos que venían de Oriente (Stone, C. 1997, pp. 21-30).

El negocio de intercambios fue muy complicado con el pueblo Chino ya que no anhelaban los productos que occidente podía ofrecer. Esto, desmoronó el sistema de intercambios de productos que imperaba en los negocios occidentales e hizo que los negocios se realizaran con moneda, hecho anómalo en la época. (Antquetil, J. 2002, pp. 288-290)

Los productos exportados desde este destino remoto eran llamados de forma popular *Chinoiserie*, desde la época de Madame Pompadour que puso de moda este gusto oriental, en cierto modo por su vinculación como accionista en la Compañía de las Indias Orientales. Gusto que se mantuvo hasta el S XIX, no tardando en ponerse de moda en Europa por la riqueza artística de sus sedas, porcelanas y muebles. (Antquetil, J. 2002, pp. 298-299)



Época rica, fuerte y próspera de negocios entre Oriente y Occidente, los productos que llegaban de Oriente eran minuciosamente empaquetados para llegar a su lugar de destino en perfectas condiciones. Utilizaban el conocimiento de estos materiales para un mejor transporte. Sabían todos los factores que los deterioraban, y así podían protegerlos de un viaje tan largo y duro, con un ambiente tan adverso como son las condiciones marítimas. Un ejemplo de esta minuciosidad es la utilización del papel encerado para proteger las sedas, envolviendo así un producto tan permeable y delicado como era este con otro totalmente impermeable y a su vez con el punto de rigidez suficiente para cubrirlas y protegerlas.

1-El Comercio de la seda

Antes de elaborar un análisis más concreto de la seda según zonas o centros de producción, se profundizará en lo que significó para Europa y en concreto para España, (una de las mayores potencias mundiales en el S. XVI-XVII), la apertura de mercados tan ricos en materiales como fueron los mercados chinos.

Los primeros contactos con el mercado Oriental, (que trajeron a nuestras costas el motivo del presente estudio), supusieron asentamientos en puertos no conocidos creando rutas cubiertas por flotas que transportaban todos estos artículos tan preciados en occidente.

Lo que supuso para España, y en consecuencia para Europa el asentamiento Español en costas Filipinas, fue una apertura de puertas al comercio con China. Dando uno de los mayores momentos mercantiles con el Galeón de Manila.



El Galeón de Manila

Antes de establecerse esta ruta comercial, se facilitaron unos asentamientos seguros donde poder llevar a cabo transferencias de productos, distribuirlos y repostar, para embarcarse a un viaje en busca de nuevas tierras. (Martínez, C. 2000, pp. 95-105)

El primer Galeón que partió fue "el San Pedro" en 1565, y el último en 1815. Dichas embarcaciones transportaban distintas cargas en el viaje que en el tornaviaje, de tal forma que:

- A la ida, llevaban unas cargas muy pesadas de sedas, porcelanas y maderas entre otros productos orientales.
- A la vuelta, transportaban plata y hombres.

El asentamiento en Manila tras la creación de Cebú y los primeros contactos con China, fueron casi actos simultáneos, dándose estos contactos gracias a la intervención de unas naves de Legazpi, que al ayudar a un gran junco chino en un hundimiento en Mindoro, crearon un precedente de amistad con el pueblo chino. En agradecimiento en 1572 se permitió la apertura de los mercados chinos al pueblo español aunque con recelos. (Ollé, M., 2002)

En los comienzos de la Nao no había nada establecido del número de naves que debían salir al año, en cierto modo se trataba de un comercio libre hasta que en 1593¹ bajo orden Real de Felipe II se limitará a dos al año. (Schurtz, W.L.; Cabrero Fernandez, L. 1992)

¹ A esta medida se llegó por presiones hacia la Corona de los comerciantes españoles, que veían en los productos orientales un serio competidor capaz de desbancarles en sus negocios en la península.



La mayoría de los galeones fueron construidos en Cavite, bahía de Manila. (Schurtz, W.L.y Cabrero Fernández, L. 1992). Puesto que la flota debía partir de allí a finales de Junio², llegando a las costas mexicanas a principio de año. En una navegación de seis meses de media. Sólo podían permanecer allí hasta la fecha tope de finales de marzo, si no el tornaviaje se encontraría con grandes dificultades climatológicas.

La tripulación estaba expuesta no sólo a dificultades de navegación, si no al hambre y a las enfermedades. Resaltando lo costoso no sólo a nivel material de la carga de estos viajes, si no en vidas humanas, por eso no es de extrañar lo valiosas, caras y exquisitas que eran las piezas que transportaban.³ El comercio ultramarino precisaba para su desarrollo de barcos sólidos y estables frente a los duros oleajes oceánicos, con una buena dotación velera y capaz de acoger un gran peso muerto, tanto de artillería como de víveres y mercancías. Ilustración 1.



Ilustración 1. Buque del siglo XVI. Colección Brueghel, el Viejo. MN.. Imágenes extraídas catalogo de la exposición Manila 1571-1898 Occidente en Oriente. 1998.

² Aprovechando los vientos favorables monzónicos

³ Existen listados donde vemos todos los galeones de Manila, con fechas, cargas, naufragios... Nos ha parecido muy extenso adjuntarlo aquí pero nos parece interesante apuntar su existencia. (Web <http://home.windstream.net/cr33856/>) Acceso: 23 Abril 2013.



2. La Ruta del Mantón de Manila

Existen tres puntos importantes en la ruta o travesía del mantón: China, América y España.

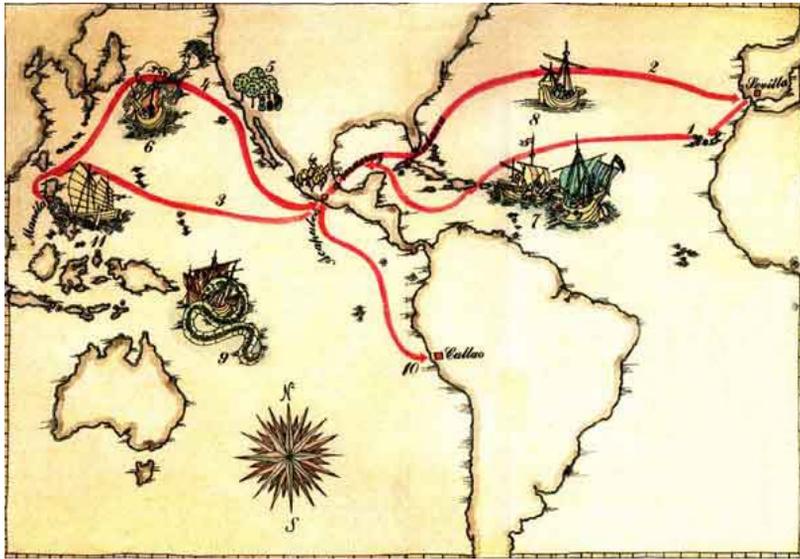


Ilustración 2. Mapa del recorrido del Mantón de Manila.

China, fue uno de los primeros países en exportar seda bordada, no como prendas de vestir si no como elementos de decoración, (cubre camas o muebles). Ellos fueron los primeros en sorprenderse de la utilización de sus piezas por los Occidentales, adaptándose al gusto de sus compradores como buenos negociantes.



Para adaptarse a los gustos imperantes en Occidente, variaron las dimensiones de sus tejidos bordados a unas dimensiones sin futuro en su tierra, colocando a su vez todas aquellas modificaciones que demandaban, como rematar las prendas con flecos, (técnica nada nueva para ellos, puesto que conocían a la perfección el macramé que se utilizó en los flecos que posteriormente sobreponían cosidos a los bordes del mantón (Wilson, V. 1986, pp. 41-42).⁴

Una de las características más evidentes que ayudan a diferenciar un mantón oriental de los realizados en otros centros de producción, sería la exquisitez y finura que tenían tanto los tejidos de seda como los bordados, con coloridos bien entonados y un fleco corto en sus principios⁵.

Los bordados se caracterizan por pequeños motivos florales, envueltos en una gran simbología e iconografía, característica ineludible de un pueblo religioso y reflexivo, en donde cada elemento plasmado en sus telas tiene una intención y un significado. Hecho que se irá perdiendo con el tiempo hasta quedar totalmente exterminado por el gusto decorativo Occidental.

En los mercados de Acapulco y Veracruz se volvía a comercializar con las *Chinoises* antes de ser mandados hacia la Península, siendo transportados por tierra de Acapulco a Veracruz, donde se embarcaban de nuevo rumbo a España.

En México, el Mantón, sufrió algunas transformaciones, pero a su vez él mismo fue un elemento transformador. El pueblo indígena americano fascinado por su colorido y bordados adoptó estos como parte de la decoración de sus trajes, influenciados por el masivo uso de los mantones en las colonias. (Aguilar, E. 1998, pp. 60-83)

⁴ Como podremos apreciar en los chalecos que se sobreponían a sus quimonos las damas chinas de la época de finales del S.XVII principios S.XIX.

⁵ Según la demanda, se fue agrandando



A su vez los mantones sufrieron transformaciones que los hicieron únicos y muy espectaculares:

- ✓ Se ampliaron en gran medida.
- ✓ Sustituyeron los bordados pequeños orientales, por grandes motivos florales repletos de una flora exótica, común a un clima tropical, orquídeas moradas, hibiscos rojos, etc. plagaron los mantones.

Actualmente, el mantón de Manila y sus bordados característicos son un elemento importante y muy actual en el folklore mexicano.

En España existe la controversia de la procedencia de los mantones que llegaron a ella en primer lugar. El razonamiento lleva a reconocer que llegarían de los dos y más teniendo en cuenta lo productivo que era este mercado de gran demanda.

En cuanto a buscar lo novedoso y diferente de los mantones peninsulares se tendría que reconocer la creatividad española que no se mantuvo expectante ante esta moda. Transformó los bordados, purificando la inmensa flora Iberoamericana, reduciéndola en gran medida a rosas y claveles.

España fue el punto de partida de la extensión del gusto por el mantón de Manila a Europa, quedando actualmente como símbolo exclusivo de la indumentaria española, pero existiendo constancia del gusto Europeo por esta prenda, en cuadros costumbristas de principios de S. XX, de otros países.

El mantón de Manila supuso una constante y un testigo importante dentro de la comercialización de productos orientales, impulsada por el afán colonizador y ecuménico de la Corona Española, en el momento de su mayor esplendor y declive cuando se tenía presencia en América y Filipinas.

22



C- Orígenes del mantón de Manila.

China supuso un muro impenetrable para el mundo conquistador europeo, teniendo este que acostumbrarse a una comercialización sin conquista.

Lo que se ha querido llamar como “la ruta del mantón de Manila” recorre tres puntos neurálgicos importantes: China, América y España, durante los Siglos XVII, XVIII, XIX y XX, desde el comercio en Galeones hasta la máquina a vapor.

La conquista de Filipinas supuso la apertura directa del mundo Occidental al mundo Oriental, entrando en nuestras fronteras productos novedosos que alteraron costumbres y formas de ver la vida, variando realidades tan visibles como la moda, tal fue el caso especial del mantón de Manila. Llegando a ser testigo directo de un imperio y su caída.

A continuación se muestra una gama de mantones en donde las reminiscencias de su lugar de creación se hacen patentes detalle a detalle. Podremos observar mantones muy puristas en iconografía y bordado Oriental, exuberantes mantones plagados de bordados al estilo Americano y mantones depurados envueltos en rosas y claveles tan típicos de España.

Esto no descarta que existen mantones en donde la procedencia está mezclada viéndose de forma muy clara la copia de motivos entre pueblos y el conocimiento de unos y otros de los motivos más utilizados en cada zona, así como su gusto tan diferente por el color, el tamaño y la ubicación en el espacio del bordado.

23



En resumen, con esta caracterización que se muestra a continuación, se espera poder situar formalmente los mantones, pero sin descartar la mezcla de estilos y la creación de subformas.

En la ilustración 3, se observan motivos orientales muy relevantes como las cestas de la suerte. Sus colores pasteles entonados también nos dejan descubrir su procedencia oriental.



C- Orígenes del mantón de Manila.



Ilustración 3. Mantón de Manila. Colección particular familia Angelita Vidal. En la página siguiente, detalle de una de las esquinas del mantón.

2.5





C- Orígenes del mantón de Manila.

En la ilustración 4, se presenta un mantón plagado de iconografía religiosa donde los dioses taoístas y budistas, se confunden con un bordado equilibrado y entonado, muy del gusto oriental.



Ilustración 4. Mantón de Manila. Colección particular Hermanas Fandos Gil. En la página siguiente ampliación de una de las esquinas.





C- Orígenes del mantón de Manila.

La exuberancia del mantón de la ilustración 5 muestra una peculiar fauna y flora, que remite a las selvas americanas en donde el bordado lo invade y llena todo, hallando flora que nunca se encontraría en mantones o bordados orientales, como por ejemplo loros.



Ilustración 5. Mantón de Manila. Colección particular José Gillén. Acercamiento al mantón en la página siguiente.





En esta ilustración 6, se aprecian colores tenues y un bordado entonado con Pavos Reales y Aves Fénix juntas, nos hace pensar en un mantón oriental, pero encontramos flora muy mezclada entre oriental y europea como son los capullos de rosas que se van viendo mezclados con el resto de flora



Ilustración 6. Mantón de Manila, colección particular. Acercamiento al mantón en la página siguiente.





C- Orígenes del mantón de Manila.

En la ilustración 7, se muestra un mantón plagado de “chinos” realizando multitud de actividades con los más variopintos vehículos de automoción. Este mismo modelo de bordado en tres franjas, aun distando mucho de los primeros mantones orientales conocidos, lo hemos encontrado bicolor y al tono, cambiando el que hacer de los personajes.



Ilustración 7. Mantón de Manila. Colección particular hermanas Fandos Gil. Acercamiento al mantón en la página siguiente.





C- Orígenes del mantón de Manila.

En la siguiente ilustración, la flora y la fauna de este mantón muestra una riqueza muy acusada y de aspecto abigarrado llenando todo el espacio. Pese a encontrar bordados al gusto oriental esta arbitrariedad en el conjunto y una flora extraña para ser oriental, nos hace ver reminiscencias Americanas o una adaptación del bordado oriental al gusto occidental.



Ilustración 8. Mantón de Manila. Colección particular. En la página siguiente un detalle ampliado del mantón.





C- Orígenes del mantón de Manila.

En el mantón de la ilustración 9, el bordado es sencillo y armónico con una flora depurada, centrada en peonías o rosas y claveles como motivos principales, muy del gusto español.



Ilustración 9. Mantón de Manila. Colección particular Vanesa Osete. En la página siguiente un detalle ampliado del mantón.





C- Orígenes del mantón de Manila.

En la ilustración 10, se muestra un mantón llamado popularmente de ala de mosca. Flora del gusto oriental con un equilibrio compositivo muy elegante y centrado en dos zonas. Motivos y colores muy comunes entre los mantones de este tipo, de los que sólo cambian la cantidad y composición de los bordados.

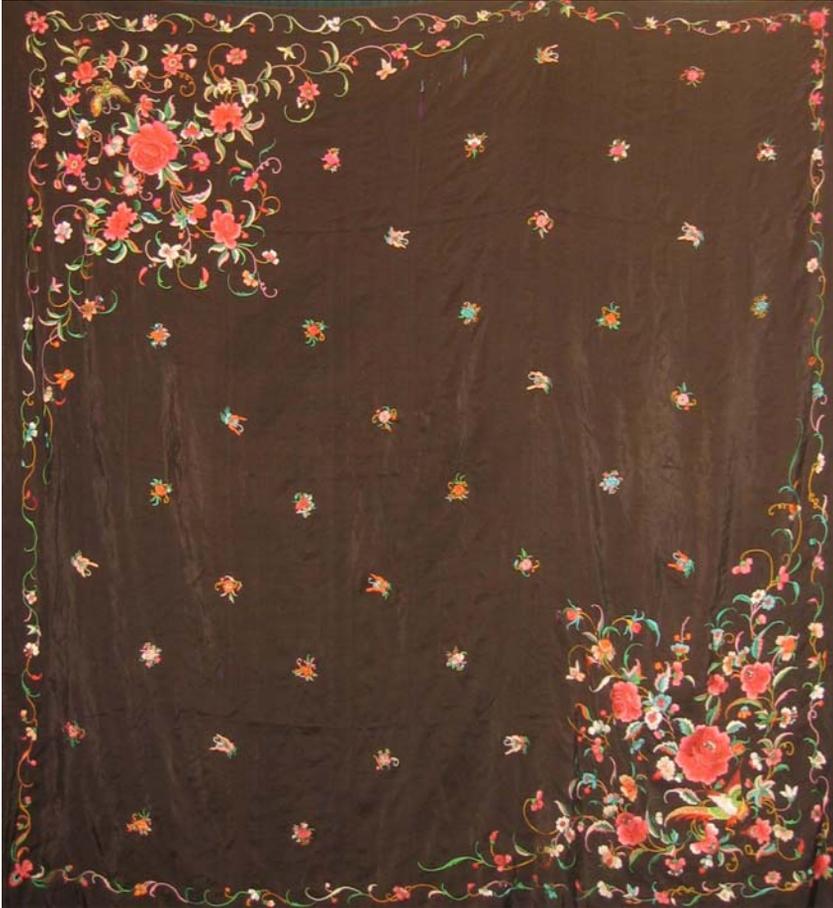


Ilustración 10. Mantón de Manila. Colección particular Vanesa Osete. En la página siguiente un detalle ampliado del mantón.





C- Orígenes del mantón de Manila.

Este mantón de Manila, es llamado popularmente de las cuatro rosas, muy al gusto de la exuberancia americana o española. Es un bordado de mucho peso que suele provocar problemas de conservación por desgarros en el tejido de seda en el perímetro del bordado.



Ilustración 11. Mantón de Manila. Colección particular Vanesa Osete. En la página siguiente un detalle ampliado del mantón.





C- Orígenes del mantón de Manila.

El morado de tela base de este mantón, junto con el bordado blanco de rosas en ramos, nos hace remontarnos al gusto español por un tipo de flora y distribución de bordado por su superficie con un dicromismo muy del gusto occidental.



Ilustración 12. Mantón de Manila. Colección particular hermanas Fandos Gil. En la página siguiente un detalle ampliado del mantón.





C- Orígenes del mantón de Manila.

En este mantón vemos una composición armónica al gusto Oriental, pero de colorido al gusto occidental. Mezcla escenas de “chinitos”⁶ (como eran nombradas en occidente a las escenas de pagodas) y flora. Es sorprendente el detallismo y la minuciosidad del bordado de las caras de los personajes, con una técnica muy realista, muy del hacer oriental, que se pudo producir allí o copiar en otros centros de producción.



Ilustración 13. Mantón de Manila. Colección particular Elba Gonzalbo. En la página siguiente, detalle de una de estas caras (es importante considerar que no será más grande de dos centímetros).

⁶ Como se llama de forma popular.





BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR CRIADO, Encarnación. *Las bordadoras de mantones de Manila*, Edita área de cultura del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla. Secretario de Publicaciones de la universidad de Sevilla. Sevilla, 1998.

ANQUETIL, Jacques. *Las rutas de la seda*. Ed. Acento, Madrid 2002.

BOEHN, Max Von. *Accesorios de la moda*. Salvat ediciones S.A. Barcelona-Madrid, 1950.

HUTCHEON, Robin. *Chinnery. The man and the legend*. Soth China Morning Port limited editors. Hongkong, 1974.

JOURDAIN, Margaret; SOAME JENYNS,R. *Chinese export art in the eighteenth century*. Spring books, 1967.

OLLÉ, Manel, *La empresa de China. De la Armada invencible al Galeón de Manila*.El Acantilado,Barcelona,2002.

SCHURTZ, William Lytle ; Cabrero Fernández, Leoncio. *El Galeon de Manila*. Instituto de Coperación Iberoamericana. Ediciones de Cultura Hispana 1992.

STONE, Caroline. *Sevilla y los mantones de Manila*. Colección Giralda, área de cultura del Ayuntamiento de Sevilla, Sevilla, 1997.

VV.AA. *El Galeón de Manila*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid .2000.

.VV.AA. *España y Portugal en las rutas de la seda. Diez siglos de producción entre oriente y occidente*. Universidad de Barcelona, 1996.

VV.AA. *Filipines. Un segle despres, una doble mirada*. Museo Etnologico. Barcelona .2000.



VV.AA. *Manila 1571-1898. Occidente en Oriente.* Ministerio de Fomento. Madrid. 1998.

WILSON, Verity, *Chinese Dress.* Victorian and Albert Museum. Far eastern series. Londres 1996.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

<http://www.almendron.com/artehistoria/historia-de-espana/edad-moderna/la-flota-de-indias/el-galeon-de-manila/> 21/05/2004

<http://www.armada15001900.net/> 8/09/2003

CATALOGOS DE EXPOSICIONES

VV.AA. *El Mantón de Manila.* Fundación Caja de Granada y Fundación Rodríguez-Acosta. Granada. 1998.

VV.AA. *El Mantón de Manila.* Fundación Loewe, Madrid 1999

VV.AA. *Ventalls i Mantons de Manila,* Museo Romántico, Vilanova i La Geltrú, noviembre 1987.







*D- El gusto por el
exotismo*

El mantón de Manila está vinculado a lo exquisito no sólo por la minuciosidad de su trabajo artesanal y virtuosismo si no por estar ligado de forma directa a la utilización de uno de los materiales textiles más valiosos de la historia del textil, la seda. Dicho material otorga al mantón un valor intrínseco y en contrapartida una serie de deterioros congénitos.

Para llevar a cabo una investigación minuciosa sobre estas obras, además del estudio formal y de clasificación rigurosa de sus tipologías, nos hemos adentrado en el estudio de sus materiales y estructura para entender cómo influyen los factores intrínsecos y extrínsecos con vistas a poder desarrollar métodos de intervención para su conservación.

La seda es el material textil clave en los mantones de Manila, del cual dependerán muchas de sus características y deterioros. Es fundamental llegar a un conocimiento exhaustivo de la materia antes de seguir con explicaciones más centradas en el campo de la restauración y conservación.

1-Materiales: La seda

1.Composición de la seda

La seda es una fibra proteínica producida por una variedad de insectos y arañas. Formada, en el caso del gusano *bombix mori*, para la protección de la crisálida en el proceso de metamorfosis. (Kearns, V. et al. 2008)

Tiene secuencias repetitivas de aminoácidos con un predominio de alanina, glicina y serina, en comparación con seda de otra procedencia. (Craig, C.L. 2002).

Las proteínas están compuestas por combinaciones diferentes de cuatro componentes estructurales distintos:



1. β -espirales elásticas,
2. β -hojas cristalinas ricas en alanina,
3. Repeticiones de aminoácidos que forman α -hélices,
4. Regiones espaciadoras, que en las sedas están jerárquicamente organizadas desde el nivel aminoácido, (Craig, C.L, 2002) hasta las estructuras micro y macroscópicas (Valluzzi, R. 2002).

La seda del gusano *Bombix mori* está compuesta por fibroína y sericina. Esta última, como más adelante se explicará, es eliminada en diferentes grados siguiendo un proceso llamado “desgomado” antes de ser usada como fibra de seda. Una de las desventajas del procedimiento de desgomado es que supone un detrimento de las propiedades mecánicas de la seda. Además, el grado en que estas propiedades se ven afectadas puede depender del método utilizado.

De entre toda la bibliografía consultada, únicamente mencionaremos los datos más relevantes.

La seda producida por el gusano de la especie *bombix mori*, (la más común en la producción de seda), se compone de “brins”, es decir dos fibras con núcleo de fibroína recubiertas por sericina. Se ha observado en las secciones transversales de la seda, que el “brin” presenta una forma irregular con un tamaño que oscila de 8 a 15 μm . La sericina que encierra las dos “brins” tiene un espesor de aproximadamente 2 μm . (Zhang, K. 2009)

Del mismo modo, mediante imagen SEM de sus secciones transversales se aprecia una micro estructura globular muy marcada, con un tamaño de aproximadamente 140 μm , lo que indica que el “Brin” de la seda del gusano *bombix mori*, está formado por haces de nano fibrillas. (Zhang, K. 2009)



Por otro lado, Zhang *et al.* en este mismo trabajo, mediante la observación de la fractura de una fibra de seda, aprecia la microestructura de la fibra, que se produce de forma independiente por las dos glándulas salivales del gusano durante el hilado de seda.

También otros autores indican que las fibras de seda de la *bombix mori*, se compone de haces de nano fibrillas orientados a lo largo del eje de la fibra. (Putthanarat,S. 2000)

La seda del gusano *bombix mori*, según Zhang (2009), tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 0,5 GPa, una resistencia a la rotura o capacidad de alargamiento de 15-22%, y un módulo de tracción elástica de 7-17 GPa.

El elemento estructural clave de estas fibras desgomadas es la proteína de la fibroína. Con el paso del tiempo se da un envejecimiento que produce cambios en su composición química y afecta de forma directa a las prestaciones mecánicas, de apariencia, etc.

La medida de pH en superficie aplicado a tejidos históricos, a menudo produce un valor bajo (Garside, P. *et al.* 2010). Esto se traduce normalmente como un indicador de contaminación y mayor riesgo para la seda y puede tener como consecuencia la necesidad de un tratamiento de neutralización. La posibilidad de que tal aumento de la acidez sea una propiedad inherente de la fibroína deteriorada, generalmente no se considera.

Sin embargo, hay estudios en los que se muestra una correlación directa, entre el aumento de la acidez y la disminución del rendimiento de la seda. (Kim, J. *et al.* 2008). Estos resultados establecen que el contenido de ácido aumenta en la fibroína tras el envejecimiento.



Es poco probable que la acidez pueda servir como un indicador práctico de la degradación. Incluso si fuera posible, factores externos, tales como los contaminantes atmosféricos, podrían variar la evaluación del pH de las sedas históricas.

En el contexto de la conservación, vale la pena destacar que la acidez parece ser una propiedad intrínseca de la seda degradada y paralelamente esto se corresponde con un rendimiento comprometido. La neutralización del ácido, por ejemplo por lavado en una solución tamponada, puede aliviar las preocupaciones sobre la acidez que promueve la hidrólisis del péptido, pero no reparará el polímero fragmentado.

2. Formación de la seda: El capullo

En sí los capullos producidos por gusanos de seda son un tipo de estructura natural y compuestos poliméricos, que poseen excelentes propiedades mecánicas. (Zhaoa, H.P. *et al.* 2005).

Los gusanos después de comer hojas de morera casi constantemente durante 4-6 semanas (con el fin de almacenar suficientes nutrientes y para poder mudar de piel cinco veces), comenzarán a construir los capullos de protección para sus pupas.

El capullo protege la pupa polilla, contra la degradación microbiana y desecación durante la metamorfosis, y también le protege contra depredadores potenciales.

Una oruga de gusano de seda teje un capullo ligero y compacto en torno a sí mismo de forma continua con el aspecto de una figura 8 o una en S.

La construcción de un capullo necesita aproximadamente 3 días. Después de terminar de hilar el capullo, el gusano de seda se despoja de su piel por última vez y se convierte en una pupa. El capullo de seda es cómodo y protector.



De forma elipsoidal, tiene espesores más finos en sus dos extremos de manera que la polilla puede romperlo después de la metamorfosis de la crisálida a mariposa.

El capullo tiene muchas arrugas en su superficie exterior que se forman debido a la contracción no uniforme durante el secado. Un capullo está compuesto de una sola hebra de seda continua con una longitud en el intervalo de 1000 -1500 m anexionados por sericina. (Lee YW. 1999).

Como ya se ha citado, la seda cruda que forma el capullo se compone de dos proteínas, la sericina y fibroína. El primero es soluble en agua caliente, mientras que este último no. (Zhao, H.P.*et al.* 2005).

Debido a sus propiedades mecánicas extraordinarias y su gran resistencia, las fibras de seda natural producidas por los gusanos de seda y otros insectos son utilizadas y analizadas en la actualidad para fabricar avanzados materiales biomédicos.

3. Procesos de extracción de la fibra

El proceso de extracción de la seda es complicado y depende de muchos factores externos y no controlables que lo modifican, tanto en la tradición oriental como en la occidental. Pero existen diferencias entre los dos procesos. La tradición oriental juega con la experiencia de siglos cultivando e hilando seda, en contraposición a la modernidad de producción occidental. Ambos procesos daban como resultado unos hilados y tejidos de seda que variaban año a año según los factores climáticos y de epidemias que les asaltaban en cada cría.

El conocimiento del proceso de producción de la seda es imprescindible y muy importante para reconocer en los mantones la calidad que a día de hoy se observan en las piezas que se han conservado.



Por eso a continuación se describirá de forma muy abreviada el proceso de extracción y trabajo de la seda, como realidad imprescindible para el conocimiento de los porqués de deterioros que se han producido en las piezas llevadas a estudio. Para lo cual se empezará con el método de producción de la seda, **la sericultura:**

El cultivo del gusano de seda se realizaba dos veces al año. Una vez acaba el proceso de la larva hasta el capullaje, hace el capullo en unos 5 días. Será once días más tarde, cuando salga del capullo para tardar tres días más en poner los huevos. Según el manual de sericultura de *Ch'ing-ming, Ch'ing-ming* (Lilian, M.LI, 1981,p. 22) una buena crianza se consigue siguiendo estas premisas:

Las hojas con los huevos de la *bombix mori* adheridos tras la puesta han de guardarse en invierno en un lugar fresco.



Ilustración 1. Se colocan los huevos sobre papeles que se van revisando y comprobando que son saludables, si no serán destruidos.(p.3, Corticelli silk mills, 1911)

Cuando empieza la época de cultivo y nace la larva se traslada a una granja de gusanos. ¹

¹ La época de cultivo empieza cuando en las moreras empiezan a salirles los brotes.





Ilustración 2. Alimentación de las pequeñas larvas y separación d los papeles de aquellos huevos que no han eclosionado, en la fábrica de sedas de Corticelli. (p. 6. Corticelli silk mills, 1911)

Será aquí donde pasará los 4 procesos de mudado. Entre estado y estado pasan un periodo de sueño de tal forma que parece que están dormidos.

- a. Durante la 1ª y 2ª muda se colocan sobre una superficie fina y se alimentan de 5 a 6 veces al día
- b. En la 3ª muda el gusano come mucho más rápido, se le alimenta de 6 a 7 veces al día y también por la noche. Las hojas han de ser cortadas para ser digeridas mejor por la oruga.
- c. En la 4ª muda no se trocean las hojas, incluso son capaces de comerse ramitas. Comen unas 10 veces al día e incluso se les oye triturar las hojas. Se les ha de cambiar las cestas constantemente para mantener la superficie sobre la que están limpias. Han dealimentarse todo lo que necesitan, pues, si no, no fabricaran la suficiente seda líquida y el capullo se verá afectado (Llilian, M.LI, 1981,p. 32.) en tamaño y calidad.





Ilustración 3. Elección de los gusanos para la realización de los capullos. (p.11 Corticelli silk mills, 1911)



Ilustración 4. Granjas de cría de gusanos de seda. (p. 14, Corticelli silk mills, 1911)

La formación de los capullos se realizará una vez que el gusano ha comido y crecido lo suficiente, se trasladan a un espacio en el que se disponen ramitas de bambú en cuyos extremos enroscados se tejerán los capullos, los chinos llaman a este proceso, *La subida a la montaña*

Es importante mantener el cuarto caliente con varios fuegos que se han de avivar constantemente, si no los gusanos no hilaran correctamente sus capullos (Lillian, M.LI, 1981, p. 32)



Ilustración 5. Separación de los capullos de las ramitas a los que han sido adheridos. (p. 20, Corticelli silk mills, 1911)

Después de 5 días, cuando los capullos están formados, se desenredan del bambú o las ramitas y apilan en cestos en un lugar fresco. Excepto los mejores ejemplares que se dejan eclosionar y poner huevos en una hoja, que se guarda en un lugar seco hasta que su color se vuelve negro.



Entonces se le espolvorea polvo de cal por encima y doblando las hojas sobre el mismo y hacia arriba, se almacenan en el invierno.

Durante el décimo mes lunar, las hojas se lavan en agua salada o té frío para eliminar los huevos más débiles. Y así las hojas con los huevos adheridos se almacenan hasta la siguiente época de cría.

Es importante resaltar lo complicado de la cría del gusano de seda, en combinación con la morera, puesto que necesitan condiciones climáticas diferentes de cultivo, el clima seco y cálido, y la morera necesita lluvia y humedad. Por lo que se tiene que combinar el control del clima, hasta el punto de hacerlo óptimo para los dos.

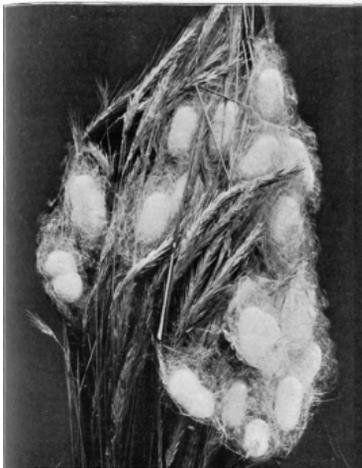


Ilustración 7. Capullos formados sobre las espigas donde se colocaron los gusanos. (p.19, Corticelli silk mills, 1911)

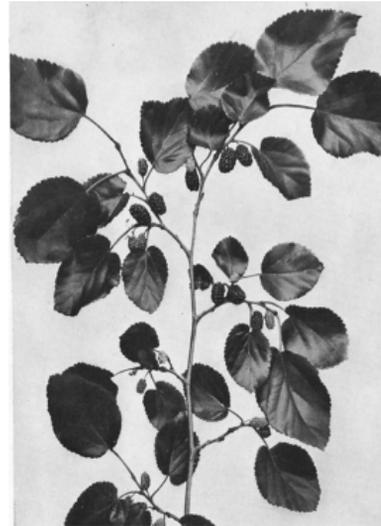


Ilustración 6. Hojas de morera.



4-Procesos de extracción de la fibra

A-Según el estilo tradicional chino

Clasificación de los capullos

De todos los capullos obtenidos, se separan los pequeños y firmes que son los más convenientes para el hilado. Los deformados y doble-formados que son imposibles de deshilar, serán utilizados para obtener guata de seda para chaquetas acolchadas.²



Ilustración 8-9. Clasificación y pesado de los capullos de la fábrica The Corticelli silk Manufacture. (Corticelli silk mills, 1911, p.24)

Almacenamiento de los capullos

Los capullos se almacenan en una habitación con ambiente fresco, para retrasar lo más posible su maduración. Las ninfas saldrán de los capullos en diez días más o menos.

² Mucho más calorífico que los acolchados de algodón, lana o seda áspera, dejándolos hervir durante mucho tiempo hasta que se pueden estirar en un arco y dejar secar



Muerte de la crisálida

Para evitar que la crisálida salga del capullo destrozándolo y haciéndolo inservible para extraer la seda, existen varios métodos para matarla sin dañar la seda del capullo:

- Cocer los capullos al vapor.
- Asar los capullos con fuentes de calor.
- Empapar los capullos en una disolución de sal.

Aunque el método que tradicionalmente era más apreciado, por mantener la seda con un brillo y una calidad mayor, era el que se realizaba deshilándolo estando aun la crisálida viva, método que sólo era posible si se podía retrasar la maduración de la crisálida, si no se recurría a los otros métodos.

Hilado o aspado tradicional

Se deshilaban los capullos en una cuba con agua caliente³. Uno de los factores más importantes en este proceso era mantener siempre el agua limpia.

El agua caliente facilita el aflojado del roscado de los capullos. La hebra era roscada a través de ojales, encima y alrededor de varios rodillos que iban a parar a una rueda, en la mayoría de las veces traccionada a pedal⁴. Mientras se va aspando en las ruedas, la hebra se va secando, gracias a varios fuegos que calientan el ambiente, así la hebra no vuelve a pegarse una sobre otra.⁵

³ aunque también se conoce que se realizaban con agua fría

⁴ utilizado en Cantón hasta 1870

⁵ No vuelve a pegarse porque la sericina al perder la humedad pierde su propiedad gomosa adhesiva.





Ilustración 10. Hilado o aspado tradicional extraído de New International Encyclopedia, 1922



Ilustración 11. Hilado y aspado de capullos a la manera tradicional en la fabrica The Corticelli silk Mamufacture ya con el avance de ser a pedales (Corticelli silk mills, 1911,p.28)

Con este proceso se obtenían dos tipos de seda :

- Seda fina, de menos cabos para satenes y urdimbre de mayor demanda extranjera.
- Seda gruesa, llamados Taysaams.(Lillian, M.LI, 1981)

Esta forma de hilar dio lugar a los *hongs*, locales donde había grandes hornos. Los campesinos que cultivaban el gusano de seda llevaban allí sus capullos, acabando aquí su cometido en los procesos de fabricación de la seda. Estos hornos secaban los capullos y se vendían a los hiladores.

Hilado o aspado modernizado

Los hiladores, tenían sus edificios generalmente en Shangai, donde se encontraban las oficinas de fabricas como la *The Corticelli silk Manufacturé* (Corticelli silk mills, 1911)).⁶

⁶ Monografía de la que se ha extraido casi todo el material fotográfico de este capítulo..



Dichas fábricas eran divididas en secciones:

- Peladura del capullo.
- Clasificación de capullos.
- Hilado de la seda.⁷
- Acabado de la seda.
- Preparado.

En estos talleres trabajaban muchachas de ocho a doce años y se encargaban de hervir, cepillar y buscar las hebras en el lavado.

El trabajo de unir los extremos flojos a los carretes estaba reservado a las mujeres mayores. Ilustración 12 -13.

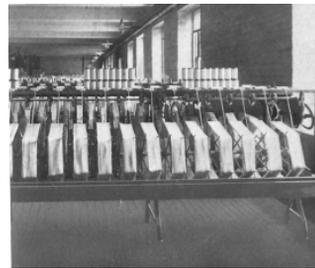
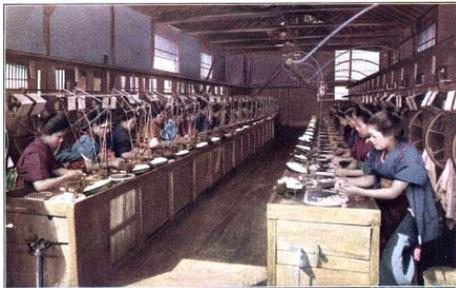


Ilustración 12-13. Proceso de hilado modernizado de la fábrica The Corticelli silk Mamufacture. Segundo aspado en la The Corticelli silk Manufacture. (Corticelli silk mills, 1911, p.30-31)

⁷En el hilado de la seda es en el único de los procesos de fabricación donde se usó la máquina a vapor.



La modernización hizo poco inciso en los procesos de extracción de la seda aunque existió una preferencia real, de zonas, por un tipo u otro de maquinaria:

- En Shangai preferían el estilo *Tavelle* o italiano.
- En el Delta de Cantón gustaba más el estilo *Chambón* o francés.
- En los años veinte se incorporo la maquinaria japonesa *Hangchow* y *Tavelle*.

Después de hilar la seda se le daba otro aspado y se enviaba al comercio.

Es importante apuntar que la entrada de la maquinaria moderna supuso la mejora y uniformidad de hilo de seda, sin hablar del aumento de la producción.

Proceso de tejido de la seda

En Europa, el torcido de la seda en hilo se denominaba lanzar la seda o torcer varias fibras en un mismo filamento.

En China este proceso solía realizarse a mano dando entre otras estas clases de hilos:

- El hilo Ching.
- El hilo Wei.



Ilustración 14. Lanzado de la seda a mano en la fábrica The Corticelli silk Mamufacture. (Corticelli silk mills, 1911, p.34)



Ilustración 15. Lanzado de la seda mecanicamente en la fábrica The Corticelli silk Mamufacture. (Corticelli silk mills, 1911, p.38)



En sus comienzos se teñía sin tejer, evolucionando hasta teñirse una vez tejido.

Antes de ser alineados en los telares se alineaban y estiraban los hilos que iban a formar la trama y la urdimbre.



Ilustración 16. Estiramiento de los hilos antes de tensarlos en un telar. Antiguo grabado Chino.

La variedad de tejidos de seda de alto lujo era innumerable, en su mayoría fueron tejidos en talleres grandes y complejos de las urbes.

Dichos talleres o telares requerían de dos tejedores: Uno de ellos controlaba el levantamiento de los hilos en las zonas altas del telar y el otro hacía las pasadas de las tramas en la parte inferior del telar.

Este trabajo en telares llamados *hua-lou chi* era sólo realizado por hombres, quedando reservado el telar de cintura o *Yao-yau-chi* para las mujeres.



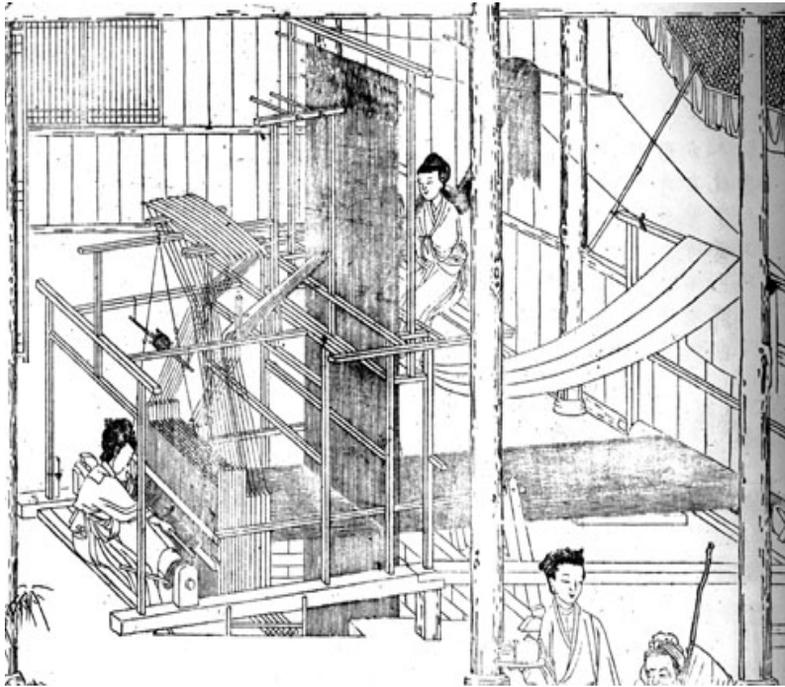


Ilustración 17. Telar hua-lou chi, antiguo ,grabado chino.

En el S. XX entró en China la modernización con las máquinas eléctricas, como por ejemplo La *Hang chow* en 1905, lo que supuso un renacimiento del mundo de la tejeduría.

La industria sedera china no se modernizó como lo hizo Japón, y pese a que producía una seda de mayor calidad que la japonesa, no ofrecía la estabilidad de producción, ni el número fijo de producción de la segunda que no se veía tan expuesta a efectos ajenos a la producción, como el clima o las enfermedades que se daban en China.



Proceso de teñido de la seda

El proceso de tinción se podía realizar una vez estaba tejida la seda o en madejas.

Antiguamente se teñían con colorantes naturales pero evolucionaron a los sintéticos como lo hizo Europa, pero no a un ritmo tan acelerado.



Ilustración 18. Proceso de teñido de seda en madejas. Antiguo grabado Chino.(Manchester, A.B,1916, p. 17)

Fue tanto el interés de los países asiáticos por indagar en el campo de la sericultura que se llegaron a crear verdaderas universidades que se dedicaban al estudio de las distintas clases de gusanos, así como de los procesos de producción más beneficiosos y productivos. Encontrando publicaciones en las que nos acercan a sus escuelas, donde se pueden observar desde laboratorios muy especializados para la época, hasta campos de cultivos de moreras y granjas de gusanos. Se trataba de un negocio de gran relevancia en esta época, hasta el punto de crear centros de estudio muy especializados.



B-Proceso de extracción de la seda en la Europa moderna, S.XIX-XX.

Los procesos de extracción de la seda en Europa cuentan con el inestimable apoyo de los avances de la modernización. Estos métodos se alejan mucho de los procesos actuales de producción de la seda. Pese a ello, resulta interesante acercarnos a ellos, puesto que se tratan de los métodos que se usaron en la fabricación de muchas de las piezas caso de estudio de la presente investigación.

Cría del gusano de seda

En la tradición oriental se criaba de una forma artesanal los gusanos de seda, en granjas familiares. Pensamiento que dista mucho de la mentalidad del hombre occidental en plena era de la modernidad. Algunas de las ideas que se patentaron para sustituir este sistema tradicional por otro más moderno y productivo son estos distintos tipos de granjas de gusanos de seda que se presentan en los siguientes grabados.

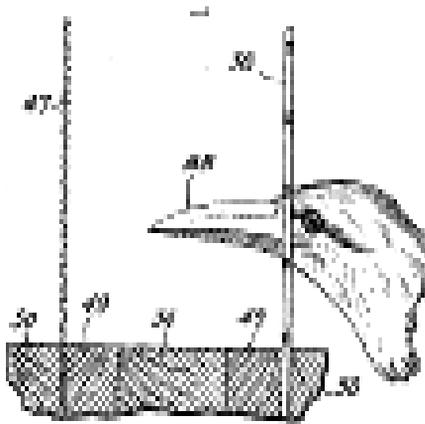


Ilustración 19. Preocupación en el diseño por el ataque de los pájaros.
Extraído de Enclosure for Educating Silkworms Mead, M. H., February 18, 1947.



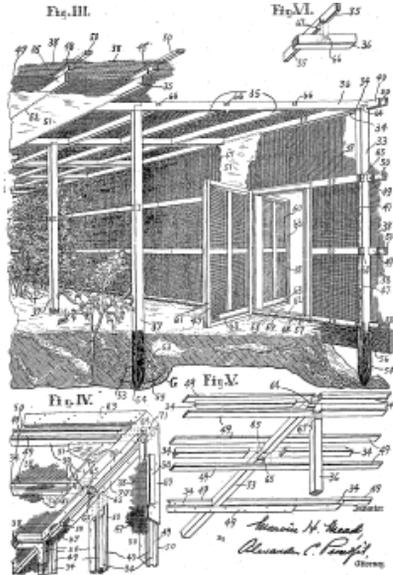
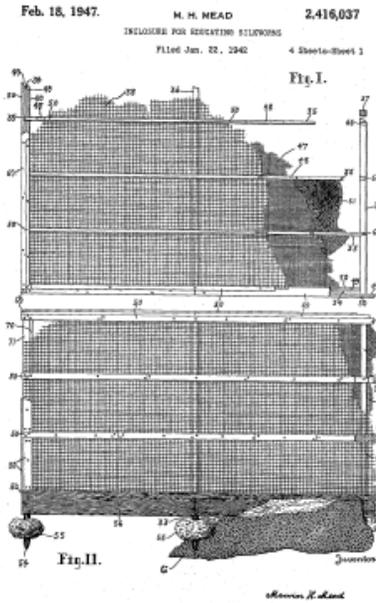


Ilustración 20. Grabado del enmallado de una granja de gusanos de seda, donde se dejaban criar libremente. Extraído de Enclosure for Educating Silkworms Mead, M. H., February 18, 1947.

Ilustración 21 Dibujo de la forma de las jaulas de cria. Extraído de Enclosure for Educating Silkworms Mead, M. H., February 18, 1947. Grabado de la composición de las paredes.

Existían a su vez distintas formas de alimentar a las orugas

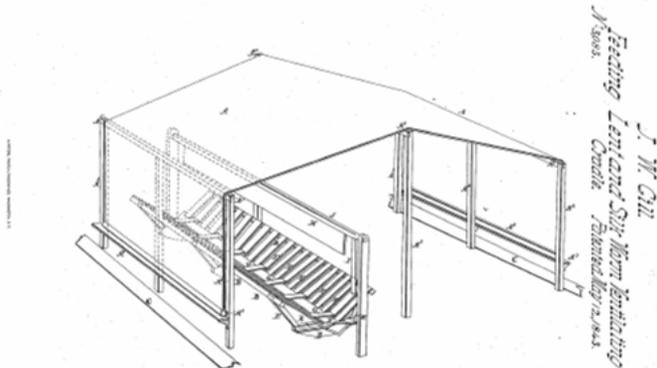


Ilustración 12. Comederos para gusanos de seda.



Otro sistema de cría de gusanos de seda patentado en 1914 por M.H. Mead, se realizó sobre las propias ramas de las moreras, como se muestra en el ilustración 23.

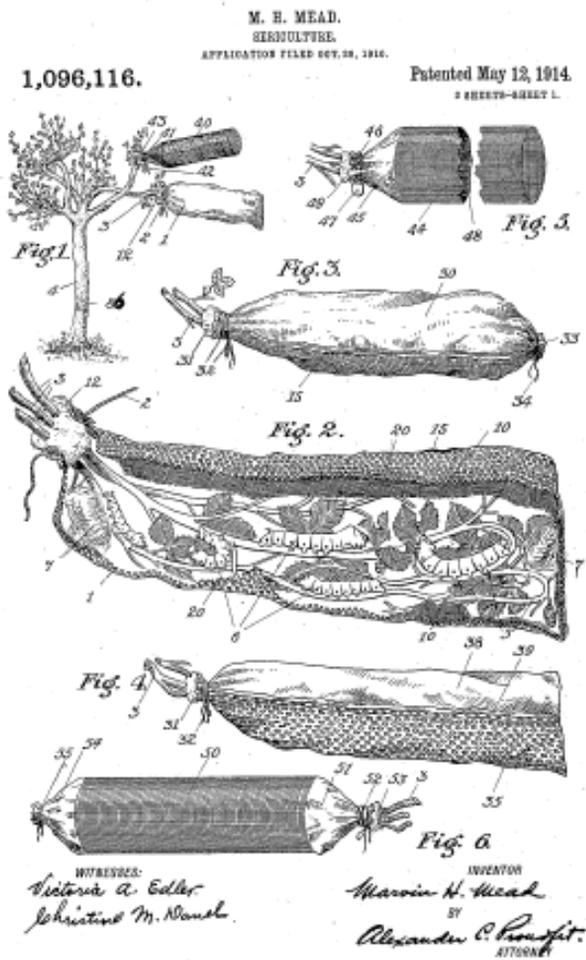


Ilustración 23. Sistema de alimentación de los gusanos sobre las propias hojas.



Limpieza de los capullos

Existían máquinas encargadas de las pesadas tareas de limpiar los capullos antes de ser tratados. Ilustración 25.

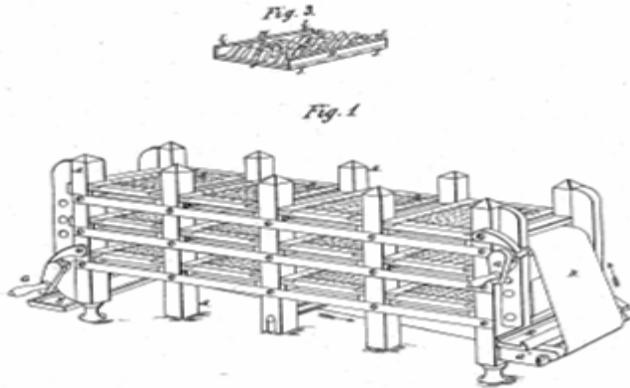


Ilustración 25 Máquina extraída de la publicación de B. Belson patentada en 1840

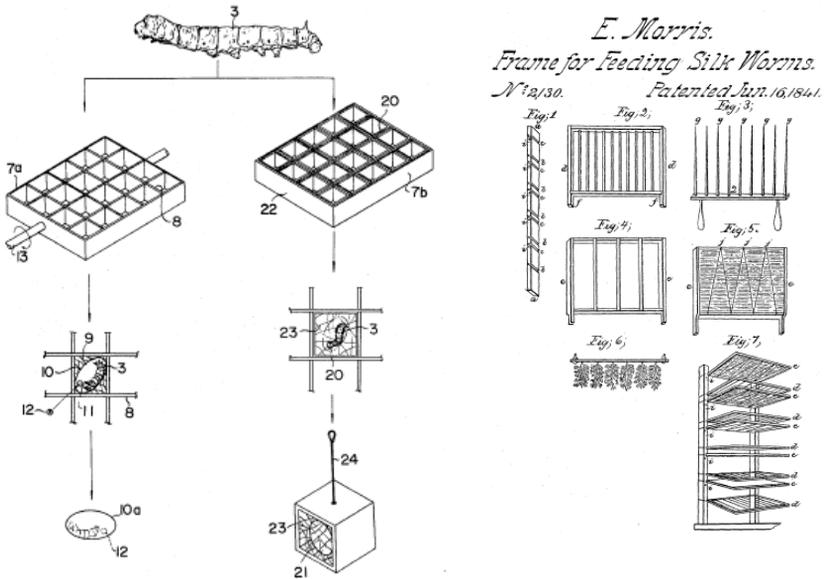


Ilustración 26-27. Utensilios para formación de capullos de seda lámina extraído de United State Pattent Office creado por Edmun Morris de Nex Jersey el primero.



Escaldado

El escaldado es el proceso de dar muerte a la crisálida para evitar que eclusione y estropee la continuidad del hilo de seda. Uno de los métodos más utilizados consiste en exponer los capullos al sol durante tres o cuatro días. Secando a continuación los capullos en un horno a una temperatura de 50°C -60°C. Ilustración 48.

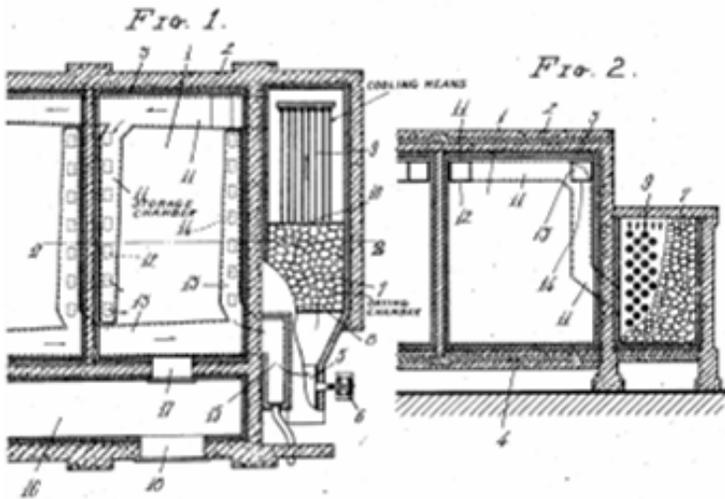


Ilustración 28. Horno de secado de capullos patentado por K. Kobori en 1925. Un ejemplo de muchos.

Otro método era exponer los capullos a vapor.

Con ambos procesos se consigue el mismo fin, eliminar la ninfa, pero el efecto sobre la seda es distinto. El vapor provoca un aumento de peso de la seda o lo que es igual, no lo hace disminuir, como es el caso del horno, en el que el calor elimina el agua de la propia estructura de la seda, provocando su pérdida de peso. Esto parece que no tiene porque tener importancia en un proceso de producción, y ciertamente no lo tiene, pero desde un punto de vista económico sí que es relevante dado que la seda se vendía a peso.



Etapa de clasificación

Es esta una etapa muy importante en la cadena de producción, puesto que variará la velocidad del resto de procesos; una mala clasificación supondría no sólo una disminución en la velocidad si no también en la calidad:

La clasificación expuesta a continuación, va por orden de categoría de capullos de mayor a menor calidad

- 1) Blancos y finos, son los más valiosos, y se usan para urdimbre.
- 2) Los dobles, de difícil devaneo, son utilizados para la trama.
- 3) Los pequeños con seda manchada tildada, los puntiagudos que tienden a agujerarse y los defectuosos eran utilizados para obtener pelo de seda.

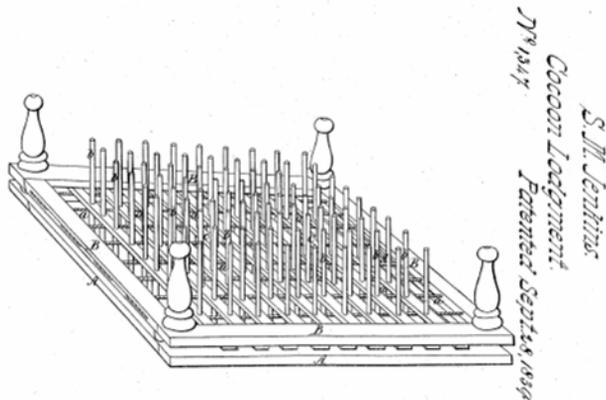


Ilustración 29. Utensilio para colocar los capullos una vez clasificados y transportarlos. Imagen extraída de United State Patent Office.



Batido y purificación

Con este proceso se elimina la borra que recubre los capullos. Se pone a remojo con agua hirviendo y se bate con una vara de abedul.

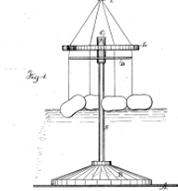
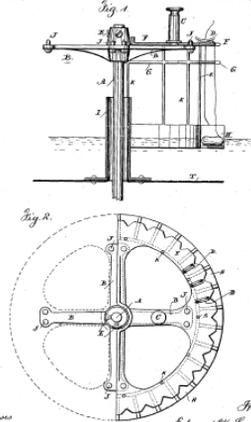


Ilustración 30-31. Izq. Máquina para el batido de capullos patentada en 1885 por E.W.Serrel Imagen extraída de United State Patent Office. Dcha. Máquina para el batido de los capullos de seda de Edward W. Serrel de New York.

(No Model.)
E. W. SERRELL, Jr.
COOCHON HOLDER FOR SILK REELING MACHINES.
No. 320,709. Patented June 23, 1885.



Inventor
Edward W. Serrell Jr.
f. Leonard W. Serrell
S. Serrell
aap

Devanado e hilado

Proceso muy delicado puesto que puede hacer variar la calidad de la seda y el buen aprovechamiento de esta.

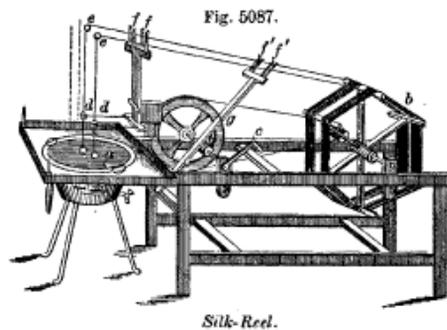


Ilustración 33. Maquina de devanar, extraída de Knight's American Mechanical Dictionary, 1876.



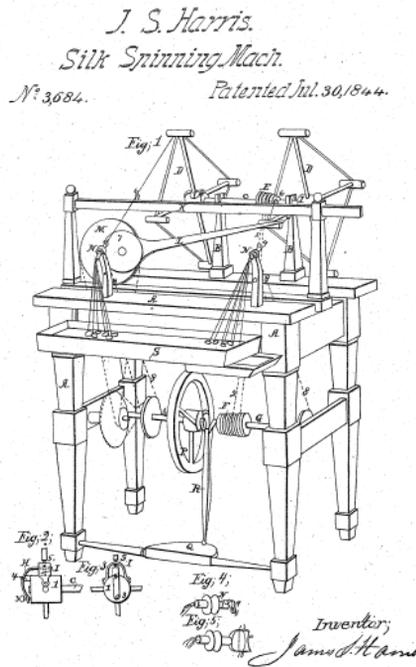


Ilustración 33. Imagen extraída de United State Patent Office. Máquina para el hilado de la seda de Jams S. Harries de Velmont.

Limpieza mecánica

Consiste en pasar la seda de una bobina a otra a través de una varilla. La seda China requiere a veces de este proceso para quitar desigualdades, pero en raras ocasiones las italianas.

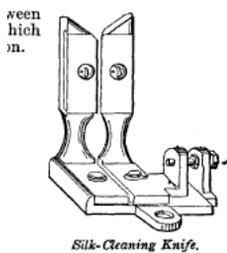


Ilustración 34. Dibujo de lo que sería el cuchillo a través del que pasaría la seda extraído de Knight's American Mechanical Dictionary, 1876

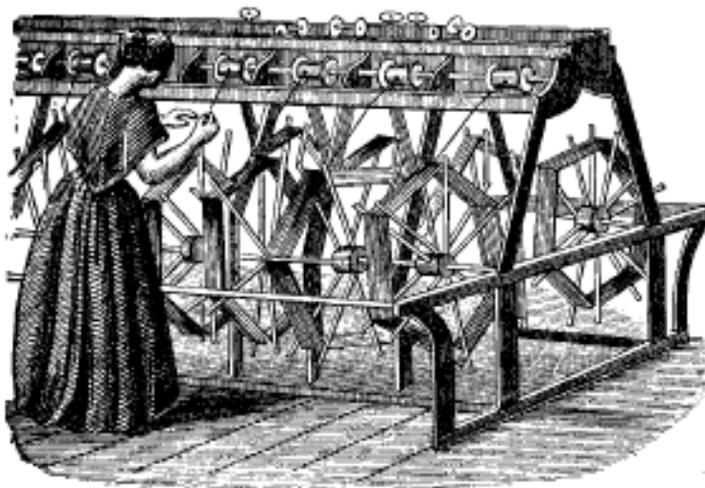


Bobinado o torneado, torcido de la seda

Etapa en la que se utiliza la seda cruda. Se realizan torcidos, según el número de torcidos se obtendrán distintas clases de seda:

- 1- Con un primer torcido o aderezo del hilo de las canillas, obtendremos una seda con el nombre de *pele*.
- 2- El doblado o torsión de dos hilos de pelo se llama *trama*.
- 3- La reunión de dos o tres hilos de trama, conforman madejas y son los hilos que utilizaremos para la *urdimbre* y tejidos con el nombre de *organdí*.

El sistema de molinete para torcer la seda, funciona mediante un torno *circular u ovalado* formado por una armadura cilíndrica de eje vertical, con los husos para la torsión dispuestos alrededor de varias hileras o andanadas llamadas bancas, y encima en horizontal están dispuestas las canillas. En virtud de este sistema obtenemos la seda en madejas



Silk-Winder.

Ilustración 35 Bobinador extraído de Knight's American Mechanical Dictionary, 1876.



Limpieza

Con esta etapa se elimina por completo toda la goma que recubre el hilo, de este modo adquirirá flexibilidad, suavidad, brillo y buena aceptación del tinte.

En este proceso, se ha de tener mucho cuidado de no romper el hilo.

Procesos de desengomado:

- a) En un primer proceso

Se prepara un baño de jabón y agua hirviendo (1 parte de jabón por tres de seda). Se sumergen las madejas sin tocar fondo, pero cubiertas por el agua. Se hace hervir el agua durante 4 horas. Se sacan del agua y sumergen en agua pura y fría para aclararlas, repitiéndose la operación hasta que el agua salga limpia. (Riquelme, M. 1930, pp. 346-347)

- b) Un segundo procesado es conveniente en el caso de las sedas más grasas

Preparar un baño de 90,5°C a 96°C y añadir 30% o 24% de ácido sulfúrico si se trata de seda China, de seda Europea o japonesa, respectivamente



Desengomado o limpieza de la seda.

Según M. Riquelme 1930 se podía conseguir distintos grados de eliminación de sericina;

1. *Seda Cruda*: eliminando del 1 al 4% de su peso, (Riquelme, M. 1930 pp. 345-346), obteniendo diferente tonalidades según su procedencia, (blanco como la seda china de Shanghai. Amarillo como la seda italiana, española, japonesa o francesa. Amarillo oscuro, la seda silvestre).

Su leve descruado se efectúa siempre con la seda hilada. El proceso de descruado o desengomado se realiza con agua a 30-50°C solo o con jabón neutro, su concentración en el baño depende del color de la seda, del grado de torsión y de si ha de ser blanqueada o teñida. Normalmente se utiliza un 2% de jabón con relación al peso de la seda, no debiendo superar un pH 10.

Este proceso se puede realizar a mano, usando barcas de jabonado maniobrando con bastones muy pulidos y ligeros, como el bambú y las cañas, modernizándose hacia el uso del aluminio. Una vez bien removidas las madejas, se escurren y aclaran, o por un proceso mecánico, que consta de una serie de ejes de los que parten cilindros de porcelana en posición horizontal con un movimiento rotatorio cambiante de sentido que automáticamente o las sumerge en el agua y las mueve dentro. Tras el lavado, se realiza un aclarado para eliminar la emulsión que baña la fibra, el baño del aclarado se puede corregir con una pequeña cantidad de carbonato sódico y amoniaco para controlar su pH. Las madejas se escurren entre cilindros y se centrifugan de forma enérgica alisándolas después. Tras estos procesos ya se podría realizar el blanqueo.

2. *Seda suave, flexible o semicocida*. Ha perdido de un 8-10% de su peso en la limpieza (Riquelme, M. 1930, pp. 345-346),



El proceso de desgomado, consiste en una solución de jabón neutro al 10-15% en relación al peso de la seda, a 35-40°C en un tiempo de media hora a tres horas.

Si se hace con la seda hilada se realiza el proceso que hemos citado en los procesos mecánicos de las sedas crudas. Y en seda tejida existen otras maquinarias que cubren mejor estas expectativas:

a. Jigger. De uno o dos depósitos, de madera o hierro, sobre los cuales hay dos cilindros de madera donde se enrollan y desenrollan las telas. En el interior de los depósitos, hay varios cilindros a distintos planos haciendo en la tela un zigzag y manteniendo tirante el tejido. El agua de los depósitos se mantiene a unas temperaturas concretas usando un barbotador o serpentín de vapor.

b. Foulard. Consta de una artesa dentro de la cual hay unos cilindros sumergidos, por donde se conduce la seda, con dos gorriones para exprimir el tejido sobre la artesa.

3. *Seda cocida o hervida.* Pierde de un 18-30% de su peso, (Riquelme, M. 1930, pp. 346-348), puesto que la seda ha sido descargada por completo de gres o sericina, obteniéndose la fibra de mayor brillo y suavidad.

Tras estos procesos, sea cual sea, se escurre y prensa con cuidado, se vuelve a repetir la operación “*Repaso*”, si no se ha eliminado todo el gres deseado. Enjuagándose con agua clara y escurriéndose en hidroextractor, escurriéndose con aparatos aspiradores al vacío que no castigan las fibras.



5-Clases de hilos de seda

En las clases de orugas que producen seda, existe gran variedad, pero *a grosso modo* las dividiremos en:

Sedas silvestres de las cuales la más utilizada es la denominada Tussah, producida por el gusano *Anthenea*

Seda producida de orugas criadas silvestres, formando una fibra de más difícil blanqueo, en comparación con las de cría o *Bómbix morí*. Cuyo filamento es de aspecto rígido y gran lisura, De difícil blanqueo y tinción adquiere un aspecto polvoriento (Horsfall, R.S. y Lawrie, L.G.1956, p 382). Más resistentes a los álcalis y agentes químicos que las *Bombix mori*. Al no tener un proceso de producción sencillo y no adaptarse a la climatología europea esta seda apenas es utilizada.

Sedas cultivadas

Se obtiene por la extrusión del gusano *Bómbix morí*.

Dentro de las cultivadas existen distintas categorías, según el número de cabos que se utilizan en la torsión podemos encontrar los siguientes tipos de hilos de seda:

1. Seda cruda: se obtiene reuniendo las babas de dos , tres o más capullos en un solo hilo, llevando todos los componentes paralelos puede ser utilizado como urdimbre o trama y se descrua después de tejido(Castany Saladrigas, F, 1944, p. 47).
2. Schappe, realizada a base de los residuos de los capullos agujereados o hilos sueltos. Formando un hilo muy grueso. Contienen como máximo un 20% de goma, se suelen utilizar para terciopelos de seda (Castany Saladrigas, F, 1944, p. 148).
3. Organcín o urdimbre, la más común, más resistente y retorcida. De dos o tres cabos, sufren una primera torsión llamada hilado (Riquelme, M. 1930, p. 113).



4. La granadina, una urdimbre más torsionada, de difícil de teñir y mojar (Riquelme, M. 1930, p. 113).
5. Hilo trama o seda floja, de tres cabos sin torsión casi siempre.
6. Chappe o Hiladillo de seda, formado por los desperdicios de las porciones externas del capullo. (Castany Saladrigas, F, 1944, p. 153), (Riquelme, M. 1930, p. 113), (Horsfall, R.S. y Lawrie, L.G.1956, p 381).
7. El maramut de más densidad que la granadina,
8. El crespón de dos o tres hilos con una torsión muy fuerte. (Hilo con el que se hace el tejido base de los mantones de Manila y a su vez da el nombre al tejido de crespón).

6-Procesado de la seda

Carga de la seda

Es una sustancia externa que se le introduce en el tejido o en la fibra para compensar la pérdida de peso en el desengomado. Puede ser desde un sencillo apresto adicional que rellena los vacíos del ligamento y modifica el tacto del tejido, dándole mayor suavidad y caída hasta un complejo proceso químico mediante sales minerales.

En el trascurso histórico se comenzó depositando mecánicamente sobre el textil: Azúcar, y otras sustancias inertes de efímera fijación ya que se perdían tras el primer lavado. Con los avances químicos del S.XIX se empezó a experimentar con las cargas químicas, este proceso suponía un aumento de volumen y peso.

Existen normas exactas para cargar la seda, puesto que su valor económico y calidad se ve modificado, por ello ha de especificarse en todo momento el nivel de carga de la seda. Se denomina de las siguientes maneras:

- *A la par*, se carga hasta que pese lo mismo que en bruto, lo que vendría a equivaler a un 33,3%.



- *Bajo par*, se realiza el proceso químico necesario que equivaldría a la cantidad de sericina que se le ha eliminado, alrededor de un 25%.
- *Sobre la par*, superando números, puede cargarse la seda hasta aumentar hasta un 50% su peso.

Las sustancias que se empleaban en este proceso son:

- *Cargas minerales*, son las más usadas. Están basadas en las propiedades de la fibroina para absorber ciertas sales minerales: sales de tungsteno (dan buen resultado en sedas blancas y tonos claros, elevan poco el peso y resultan caros en comparación a los beneficios), el estaño, como cloruro estánnico (muy usado en 1956), (Horsfall, R.S. y Lawrie, L.G.1956, pp 386-387) o con amoníaco, fosfato, silicato, fosfosilicato o tanato. Todos ellos son absorbidos en grandes cantidades por la fibroina, aumentando su peso, no alterando las propiedades de la seda, sirviendo a su vez de mordiente en el proceso de tinción.
- *Cargas vegetales*, todas a base de materias tánicas y los vegetales que las contienen mezclados con poli fenoles, como: nuez de agallas, zumaque, catecú, ect...
- *Cargas mixtas*, se trata de utilizar a la vez carga y mordiente (sustancias tánicas y metálicas)

La carga se aplica casi siempre tras el desgomado y antes del blanqueo o de la tintura.

1. *Carga con compuestos de estaño*, La suma de cloruro estánnico y cloruro amónico, o denominado pink sal. Proceso de carga: en madejas descruzadas (Riquelme, M. 1930, p. 368-369). Primero se disuelve el pink sal a 28°Be o 30°Be en una a dos horas dando cinco o seis vueltas a la mercancía. Se escurre y se lava, para darle un tercer baño en una disolución de carbonato sódico al 2% o 2,5% a unos 45°C.



Volvemos a lavar y escurrir para terminar con un quinto baño igual que el tercero hasta obtener la carga deseada procurando, no sobrepasar el tiempo máximo, para que la fibra no sea atacada.

2. *Carga por fosfosilicato de estaño*, (Riquelme, M. 1930, p. 365). dando un primer baño en cloruro de estánnico a 28-30°Be en frío entre una hora a una hora y media, sobre madejas desengomadas, lavándose y escurriéndose antes del tercer baño en fosfato sódico a 6°Be a 70°C durante una hora, repitiendo estos tres baños hasta adquirir la carga deseada. Terminando con un baño de silicato sódico a 4-5°Be a 40-60°C durante una hora. Aclarando finalmente la solución de agua y carbonato sódico, de amoníaco o jabón.

Para acabar el apartado de la carga de seda, apuntaremos que las crepes de china se cargan en crudo normalmente y como curiosidad indicar que las máquinas que realizan este proceso se llaman tranvías (Riquelme, M. 1930, p. 369).

Se ha constatado que con el paso del tiempo este proceso produce sobretodo en las sedas sin teñir y las teñidas en negro graves problemas de alteración de las propiedades mecánicas.

Blanqueo de la seda

El Dr. Riquelme 1930 divide la seda una vez limpia en distintas clases, como ya hemos citado, que a su vez se tratan en el blanqueo de diferentes maneras.

Seda cruda. Pocas veces se decolora, se utiliza con su tono amarillento o se tiñe de colores oscuros. Se suelen usar baños similares a los que mencionaremos para las sedas cocidas, pero cuidando de no eliminar la sericina.



Normalmente para teñir estas sedas con colores claros se realiza un azufrado, mediante un desengomado suave con agua caliente perdiendo un 4% de su peso; para obtener un blanco profundo se le da un baño con un 10% de jabón en relación a su peso, decolorando con un baño de agua regia (mezcla de ac. Sulfúrico y clorhídrico) y decolorantes combinados (azufrado seguido de un tratamiento con agua oxigenada del modo que citaremos a continuación) perdiendo un 6% de su peso (Riquelme, M. 1930, p. 354).

Seda semicrudas o flexibles. No existe una unanimidad de criterios, el blanqueo por sulfurosos y agua oxigenada suelen ser insuficientes, existiendo el tratamiento por agua regia a unos 32°Be.

Se prepara un baño con una parte de ácido nítrico a 34°Be y cinco partes de ácido clorhídrico a 20°Be. Reposándola y diluyéndola. Se calienta a 20-30°C, añadiendo la seda durante diez o quince minutos, hasta que tome una coloración verdosa. Si por el ácido nítrico vira la seda a amarilla denota que no es correcta la proporción. Tras este baño se lava y va apareciendo el blanco, es aconsejable utilizar este método si se tiene gran experiencia. Por lo que cada industria, utiliza un método que guarda en el más oscuro secretismo, dada la gran dificultad de los mismos (Riquelme, M. 1930, pp. 356-357).

Sedas cocidas. Para este tipo de sedas se pueden utilizar los siguientes métodos:

Azufrado o sulfuroso. (Riquelme, M. 1930, p. 353). Se realiza en cámaras azufradoras. Las cuales constan de cuatro paredes y un techo. Dentro de estas, en una esquina, se quema el azufre produciendo el sulfuroso, $S + O_2 = SO_2$.



En otra pared hay cajones o bastidores de tela metálica y listones para hilados, una chimenea en el techo con una abertura en la parte inferior, regula la corriente de aire para que no falte el oxígeno y no altere la quema del azufre, evitando así su sublimación y luego fusión, cuyas gotas mancharían los tejidos. Actualmente se ha modernizado quemando el azufre fuera y reconduciéndolo hacia la cámara en tubos. Todo esto se mide en tiempos de exposición determinados según el blanqueo deseado. Produce una decoloración no permanente, tendiendo a amarillear con el tiempo, para evitarlo, se completa el tratamiento con oxidantes.

A continuación se describe el proceso:

Las piezas salen del baño de reposo y se mojan en una solución de jabón a 10g/l. para posteriormente lavarlo a fondo y escurrido, estricado y secarlo con procedimientos normales o se les da un baño de solución jabonosa a 40-50°C durante media hora, aclarándose y escurriéndose.

Los inconvenientes son que en caso de fuga el ambiente adquiriría un carácter peligroso y tóxico. El anhídrido sulfuroso no siempre es absorbido regularmente, lo que origina un blanqueo superficial amarilleando con el tiempo.

Agua oxigenada. (Riquelme, M. 1930, p. 354). Tiene como uno de sus mayores inconvenientes su elevado precio. En el caso de las sedas cocidas no suele usarse más que como método complementario al anterior.

Proceso de aplicación:

Se realiza una solución de 10 L de agua oxigenada comercial a 3% en 100 L de agua alcalinizada con amoníaco caliente a 50°C. Introduciendo la seda en este baño hasta llegar al blanco perfecto, consiguiendo además una oxidación que impide el amarilleamiento de la fibra decolorada previamente con el azufrado.



En el blanqueo se parte generalmente de la solución comercial a 12 volúmenes. Su eficacia depende de su estabilidad, que está ligada a los siguientes factores: alcalinidad, temperatura del baño y presencia de catalizadores.

Existe una dualidad de criterios entre diversos autores, están los que afirman el uso de álcalis y los que usan los ácidos para medir y controlar sus niveles.

En este método hay que tener especial cuidado en sumergir totalmente el tejido en el baño, puesto que si se expusiera al aire mojado con el agua oxigenada, esta perdería calidad.

Peróxidos alcalinos, (Riquelme, M. 1930, p. 354). se trata también de agua oxigenada pero diluida para cada material en unas proporciones. Para 100 g de seda: sin dejar de agitarlo, se mezclan, 250 L de agua, 1,35 g de ácido sulfúrico a 66°Be, 1 kg de peróxido sódico y silicato sódico o amoniaco, para neutralizar la mezcla. Se introducen las madejas a 40°C de cuatro a seis horas. Lavándolo luego en una solución al 1% de sulfúrico jabonado con 6-7g. de jabón por litro de agua. Con el que le daremos dos lavados, escurrimos y secamos.

W. Alffeld recomienda otro baño: 100 L de agua, 5,3 L de ácido sulfúrico y 4 kg de peróxido sódico, neutralizado con silicato sódico o amoniaco (Riquelme, M. 1930, p. 355).

Tratamiento por azulete. Las sedas crudas destinadas a su comercialización blancas son sometidas al azulete, que se efectúa en ocasiones a la vez que el baño de jabón antes del azufrado (dado que el azul es complementario al amarillo, origina un efecto óptico blanco sobre las fibras incompletamente decoloradas). Se usan los azules y violetas alcalinos. El proceso es sencillo. Se sumerge en agua un gramo de azulete por diez litros de agua, con una muñequilla que se hace girar en el baño para que se deshaga poco a poco muy diluido. Tras este baño no se debe de aclarar, porque



eliminaríamos el azulete. Se escurre y se seca. (Riquelme, M. 1930, p. 355).

Suavizado

Sólo se aplica a las sedas semicrudas y crudas porque al no eliminar toda la sericina queda una superficie dura y áspera. Este proceso se lleva a cabo para devolverle la suavidad a la seda perdida en los procesos anteriores. Ya esté blanqueada o no. Se describen a continuación distintas recetas:

- Ácido tartárico al 0,3 o 0,4% o de cremor tártaro al 1 y 2%. A temperatura de ebullición de una hora a hora y media.
- 400g de cremor tártaro, 100g de ácido sulfúrico y un litro y medio de sulfuroso líquido para 100g de seda en 2000 L de agua de 50 a 70°C.
10% de bisulfito sódico a 90-100°C durante una hora.

2-Técnicas de bordado

2-1. Distribución del bordado sobre la tela base

En el siguiente apartado se pretende establecer la relevancia que posee tanto la calidad como la cantidad de bordado en un mantón de Manila. Para lo cual se realizó una base de datos de mantones de Manila que ayudó a establecer las pautas reales y tipos de bordados, así como la iconografía que se les atribuye.

La cantidad de bordado en un mantón pone de manifiesto su riqueza, tanto en materia bruta (cantidad de seda) como en trabajo. Teniendo en cuenta estos factores se establecía el precio del mantón.

La distribución del bordado sobre el tejido base se verá afectada por la moda de cada momento y el valor económico del mantón.



Pero lo que si se podría afirmar es que mirando y analizando mantón a mantón, se podría saber más de las personas que lo lucen de lo que estarían dispuestas a reconocer. Como por ejemplo, existen mantones bordados sólo en una punta, *“para que gastar dinero en bordarlas todas si en realidad, sólo se luce una”*. O *“porque tener un mantón con todas las puntas iguales si con un solo mantón podemos lucir dos o cuatro distintos”*, así se encuentran mantones bordados de dos puntas en dos puntas iguales o todas diferentes (ilustración 36).

Esto indicaría una realidad muy común en la época, un intento de aparentar tener dos mantones teniendo sólo uno. Incluso desde esta premisa se han encontrado mantones bordados en una mitad de unos tonos y en la otra de otros tonos distintos. Y se sabe por la sabiduría popular, que un mantón podía ser “rebordado” generación a generación, según iba aumentando el poder adquisitivo de la familia o los gustos de cada época.





Ilustración 36. Mantón de Manila con dos puntas diferentes tanto de bordado como de color de tela base. Se encuentra en El Museo Victoria and Albert, Londres. En sus almacenes. Imagen extraída de la web. 28/10/2014.



Para poder conocer a fondo los mantones de Manila, se tendría que comenzar profundizando en una de las realidades más importantes en ellos, EL BORDADO. Y con él, el material con el que se realizan y representan.

2-2. Tipos de hilo

El hilo de bordado que encontramos en los mantones de Manila lo podríamos dividir en dos tipos:

1. El hilo chino, de gran calidad y textura, sin torsionar. Puede ser utilizado para dar una puntada pequeña o larga creando un efecto brillante y liso (Stone, C., 1997, pp. 65-76). Como puede apreciarse en el detalle de la ilustración 6, donde un hilo torsionado se combina con uno sin torsión para dar diferentes efectos de brillo.



Ilustración 37. Detalle de un mantón donde se aprecia el uso de un hilo sin torsión y texturizado.



2. Hebra más gruesa como vemos en los mantones del S. XX, alargándose la puntada y perdiendo un poco el trazo. Esta hebra dificulta el bordado y corta la tela base. (STONE, C, 1997, pp. 65-76) tal como podemos apreciar en la ilustración 38.



Ilustración 38. Detalle de un mantón donde se aprecia un hilo torsionado mucho más grueso que el utilizado en la tela base, lo que provocará inestabilidad y tensiones perimetrales en el mantón agravándose con el uso.



Ilustración 39. Aproximación a un bordado de un mantón donde el hilo muestra la torsión utilizada en los Mantones del S.XX. más gruesa y de realce más largo.



2-3. Técnica de bordado según el centro de producción

Los motivos del bordado tal y como se ha citado de forma escueta y simplificada en el punto anterior, varían mucho según el país en que se bordó o realizó:

- En Oriente, los mantones estaban plagados de simbología taoísta (por lo menos en sus primeras exportaciones).
- En América, se le añadió toda la flora y fauna de las selvas tropicales, aumentando de tamaño y colorido.
- En España se depuró esta exaltación cromática y de flora reduciéndose a claveles, rosas y motivos típicos de España.

ORIENTE

Es muy complicado saber cuándo empezó el pueblo chino a realizar bordados, pero basándose en excavaciones arqueológicas se podría remontar a las dinastías *Shang*.⁸

⁸ Dinastía: SHANG Época de gobierno: 1766 – 1027 a. C. Tipo de gobierno: Monarquía.
Dinastía: ZHOU Época de gobierno: 1026 - 256 a. C. Tipo de gobierno: Monarquía
Dinastía: QUIN Época de gobierno: 255 - 206 a. C. Tipo de gobierno: Monarquía e Imperio
Dinastía: HAN del Oeste Época de gobierno: 206 a. C. – 9 d.C. Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: XIN Época de gobierno: 9 – 23 d. C. Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: HAN del Este Época de gobierno: 25 – 220 d. C. Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: SUI Época de gobierno: 581 – 617 Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: TANG Época de gobierno: 618 – 907 Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: SONG del Norte Época de gobierno: 960 – 1120 Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: SONG del Sur Época de gobierno: 1120 – 1279 Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: YUAN Época de gobierno: 1279 – 1368 Tipo de gobierno: Imperio Mongol
Dinastía: MING Época de gobierno: 1368 – 1644 Tipo de gobierno: Imperio
Dinastía: MANCHÚ o QUING Época de gobierno: 1644 – 1911 Tipo de gobierno: Imperio
<http://historiachinaysusdinastias.blogspot.com.es/2008/05/orden-cronologico-de-las-dinastias-chinas.html> 14/09/2008



En libros de obligada lectura para el arte y la vida china⁹ se ve una regulación de muchas órdenes de realización de trabajos artísticos, y entre ellas veremos un capítulo centrado en aspectos decorativos, como vestidos y bordados. Dando muestras de la existencia regulada de una tradición ancestral de los procesos, motivos y ejecuciones. (Bertin-Gertin, J. 2003, p.15)

Se han hallado sedas chinas bordadas en tumbas, como las encontradas en Siberia en las montañas de *Atai*, en las tumbas de *Scythian*, utilizadas para forrar las sillas de montar. Antes de la época de la dinastía *Zhon*, el uso de los patrones tendió a ser abstracto y primitivo. Pero las composiciones se tornaron equilibradas y simétricas en esta dinastía. En la dinastía *Tang* y *Song* se le fue prestado más atención a la composición. Y en las dinastías *Ming* y *Ping* se llegó a unas composiciones muy realistas. (Bertin-Gertin, J. 2003, p15)

En la tradición oriental no se sabe exactamente como eran transferidos los dibujos a las telas antes de ser bordados, sólo se conoce que se contorneaban los dibujos. Una vez acabado el bordado se recortaba de la tela y se añadía en la prenda donde se iban a lucir.

Estudios realizados sobre prendas bordadas aprecian marcas de alfileres en los contornos de los bordados lo que puede llevar a pensar, que el método de traslado del dibujo a la tela fuera mediante incisión.

Centrándonos en los motivos que se aprecian en los bordados orientales, cabría aclarar que variaban según regiones geográficas, lo que ha llevado a los estudiosos a afirmar que se estandarizaban y repetían constantemente. Se deduce, que debieron de existir libros con patrones, (como los que hemos mencionado), donde se explicaban las técnicas del espejo y como bordar cada tipo de superficies.

⁹ Se trata de un conocimiento escrito y verbal que marcaba los cánones, los diseños y las formas de los bordados que se sucedía generación a generación



El comercio exterior de los bordados

Para ponernos en antecedentes a las prendas que se están estudiando, los mantones de Manila, tendríamos que saber que existió comercio con Europa desde el S. XIII y encontramos muestras de esto en indumentaria eclesiástica de la época.

A partir de 1578 los portugueses obtuvieron permiso para negociar en Cantón, transformándose en el S. XIX en una importante potencia comercial. Dentro de los productos de mayor exportación cabría nombrar los mantones Españoles y las chaquetas de corte occidental con sobremangas de diseño, con los mismos motivos bordados.¹⁰ También se exportaban chales, colchas y cubre chimeneas.

A su vez importaban lino irlandés que bordaban con algodones con los mismos diseños y los vendían de nuevo en occidente. En el S. XIX el gusto por estos productos aumentó, sobresaturando el mercado, llegándose incluso a imitar los antiguos. De hecho se han encontrado puntadas chinas en bordados italianos, florentinos, (no pudiéndose saber a ciencia cierta si se trata de una coincidencia o un intento por imitar un estilo del gusto de la época). (Bertin-Guest, J. 2003, p.20)

De la dinastía Ping¹¹, se han podido encontrar más piezas gracias a este aumento comercial.

Estilos de bordados y técnicas

En estos bordados se utilizaban gran variedad de materiales base¹², incluyendo telas de seda tejidas en tafetán, damascos, satenes y gasas finas.

¹⁰ en elementos bordados fueron los más demandados pero existió una verdadera avalancha de exportación de otros productos orientales como cerámicas, maderas etc.

¹¹ Dinastía que gobernaba en esta época de mayor auge comercial con occidente.

¹² Tejidos sobre las que se borda



El bordado se realizaba con gran variedad de hilos, entre los que destacan, hilos torsionados y madejas de gran variedad de tonos y colores. La combinación de estos hilos, formó lo que han gustado en llamar, *la pintura con aguja*, representando escenas naturales y objetos de forma muy realista.

Normalmente, se realizaba la labor directa en la tela sobre la que se realizará el bordado, pero en ocasiones se sobrecolocaba otra tela de seda o papel encima, entre esta tela y el trabajo de aguja, ayudando a estabilizar el bordado.

Hablando de las técnicas propiamente dichas de bordado y del tipo de puntadas, la mentalidad china las encasilla en dos elementos:

- El *chih wen*: se limita a las puntadas del satén y sus variaciones.
- El *tuan chen*: se centra en el nudo de Pekín y sus variaciones utilizado principalmente en Beijing. (Bertin-Guest, J.. 2003, p.22)

Las puntadas básicas usadas en estos bordados varían según los diversos estilos, métodos de trabajo y áreas de China.

Hoy en día los centros de bordados siguen siendo los mismos que en la antigüedad:

- ✓ *Jiangsu: Su*
- ✓ *Hunan: Xiang*
- ✓ *Sichuan: Shu*
- ✓ *Guandong: Yue*



Ilustración 40. Mapa de las regiones de China.



A continuación se hará una breve descripción de los estilos mencionados:

1-**Su**: Original de la ciudad de *Suzhou*, en la provincia de *Jiangsu*. Se trata del estilo más apreciado en la corte imperial, de ejecución elegante y delicada.



Con unos diseños hermosos en combinaciones de colores de buen gusto y sutiles. Sus colores tienen una gama de 750 a 1000 tonalidades, tiñéndose los hilos de manera específica para cada bordado. (Bertin-Guest, J. 2003, p22). En la imagen a la izquierda se puede observar flor bordada con el mayor realismo posible al estilo Su.

Ilustración 41. Bordado de una peonia al estilo Su. Extraída del Libro de Bertin-Guest , J. 2003, pp22.

Las puntadas están clasificadas en nueve categorías, con unas cuarenta variaciones básicas:

- ✓ Puntada de satén, con sus variaciones cortas o largas.
- ✓ Puntada de raspa de arenque, se trata de una puntada separada.
- ✓ Puntadas usadas para delinear, como cadenetas y puntada partida.
- ✓ Bordado *Xi*, puntadas de recubrimiento y puntada de nido de abeja.



- ✓ Nudo de Pekín o puntada de punto, para hacer efecto de semillas y como puntada sólida de llenado de espacios.
- ✓ Puntada con hilo de oro, con hilo un solo hilo o dobles.
- ✓ Puntadas suplementarias, las puntadas usadas para suplir otras puntadas no usadas en este estilo.

2-Xiang: Tiene sus raíces en el bordado popular de *Hunan*. Se caracteriza por contar con una amplia paleta de colores brillantes. Es considerado como un estilo utilizado para imitar a la naturaleza con sus flores y pájaros. (Bertin-Guest, J. 2003, p24)

Las representaciones eran tan realistas, que se podía apreciar el pelaje de los animales representados.



Las telas que utilizaban eran el damasco de seda y la gasa transparente para crear el efecto de doble cara.

Entre los artículos que se decoraban con estos bordados estaban, las colchas, cojines, cuadros, pantallas, manteles y una gama de ropa, como chaquetas y faldas.

3-Shu: También conocido como bordado de *Siduran*; lugares asociados a este estilo esta *Chougqing, Chengdu, Wenjiang* y *Beixan*. Uno de los métodos de trabajo incluidos en su vocabulario es la puntada de bordado a doble cara. Tiene a su vez una técnica de puntada de 100 variedades. Entre las telas que se usaban predominaban el damasco y los brocados. (Bertin-Guest, J. 2003, p24)

Ilustración 42 Bordado Shu pavo Real de la provincia de Sicuani. Cortesía de Alan McIntyre. Extraída del libro de Bertin-Guest,J, 2003. P24



4-**Yue**: También designada como bordado de *Guang*, asociada al área de Cantón. (Bertin-Guest, J. 2003, p24)

Se hizo popular durante la dinastía *Ming*, caracterizándose por cinco premisas:

1. El uso de una gran variedad de hilos, e incluso el hilo de pelo de cola de caballo.
2. Colores contrastados fuertes y brillantes.
3. Uso extenso de hilos de oro para contornear diseños y patrones.
4. Diseños elaborados, ricos en coloridos y complicados.
5. La producción era toda ella realizada por hombres.

No obstante, existieron más diversidad de estilos de bordado secundarios, como por ejemplo el bordado *Shidao* de la provincia de *Shandong*, asociado a un arte popular. Su diseño artístico es una mezcla entre los patrones del arte oriental y las pinturas occidentales.

Existió a la par otro de los estilos que también han sido llamados populares, como el que recoge el grupo de la provincia de *Guizhou*, característico por el uso de colores brillantes y vivos. (Bertin-Guest, J. 2003, p24)



En la realización de todos estos estilos de bordado por zonas existía gran abundancia de puntadas recogidas en numerosos patrones.

Cada dinastía gustó de un estilo de bordados con una serie de características concretas, pero hemos querido limitar la exposición a aquella dinastía más cercana a la época donde empezarán a bordarse los mantones de Manila. Así que partiremos de la dinastía *Qing* (1644-1911).

El manchú que instauró esta dinastía vino de los nómadas del Norte, de estilo y gusto directo y menos sutil que su dinastía precedente, los *Yuan*. (Bertin-Guest, J. 2003, p31)

Una de sus innovaciones fue el traje del dragón. Traducido como traje manchú. Siendo una combinación del traje bordado tradicional y el traje de montar a caballo de los nómadas de las estepas de Manchuria.

Los cambios leves de color y la representación de varios detalles dejan distinguir las distintas dinastías.

Los trajes del dragón eran utilizados por el emperador y sus funcionarios en ocasiones formales. Decorados con pinturas del universo y dragones. Además de un uso decorativo estaban cargados de simbología. El traje del emperador, por ejemplo, llevaba doce símbolos reservados especialmente para él, convirtiéndose la combinación de todos ellos en el símbolo de la energía suprema y sobrenatural de la dinastía *Qing*.

Dos dragones con cinco garras fueron utilizados para simbolizar la energía del emperador que se adapta a la renovación y la transformación, pues el dragón era capaz de dar el don de la visibilidad y la invisibilidad. (Bertin-Guest, J. 2003, p32)



Dichos bordados sólo podían ser utilizados por el emperador y algunos de sus allegados, sin embargo es un símbolo que se ha visto en algunos mantones, realidad debida a la utilización banalizada de estos símbolos tan importantes en la antigüedad china una vez caído el poder imperial.

Uno de los exponentes principales del bordado en la actualidad recae en el bordador *Shen Shou* (1874-1921), impulsor del Instituto de Bordado de *Suzhou*.

Los materiales utilizados por los bordadores orientales se centrarían en:

- ✓ Bastidor, para mantener la tela base tensa mientras se efectúan los bordados.
- ✓ Tela base. La única característica que ha de tener es que sea capaz de aguantar el peso del bordado. Telas de densidad media como pueden ser damascos, sargas y satenes.
- ✓ Las agujas primitivas fueron hechas de hueso o de marfil evolucionando a cobre, bronce o acero. Las agujas de acero hechas a mano son de unos 26 mm y su grueso varia de fino a grueso según el caso. (Bertin-Guest, J. 2003, p44)



Como se apuntó anteriormente no se sabe con exactitud como en la antigüedad se traspasaban los dibujos a las telas bases, pero si podemos reseñar como se hace actualmente:

- a) Pintando directamente el dibujo con acuarela sobre la tela base, de blanco o negro según el color de esta.
- b) Método del papel, sobre el cual se hace el dibujo a lápiz. Se sujeta a la tela con unos imanes y se trasfiere a la tela marcando con un lápiz a modo de calco.
- c) Método del tejido fino. Se sujeta el tejido con el dibujo sobre la tela base con unas puntadas y se va realizando puntadas corrientes en los contornos del dibujo, luego se rasga el tejido fino y queda el dibujo marcado. Se puede utilizar para este menester la puntada partida.
- d) Método de la perforación. El diseño se hace sobre un cartón, del cual se perforan los contornos. Se coloca sobre la tela base y se espolvorea carbón de leña pulverizado. Se levanta la plantilla y se repasan los contornos con acuarela.
- e) Método de la plantilla. Es el método más popular usado en China. Son plantillas hechas de material rígido que permiten repetir el motivo o hacer efecto espejo.

La calidad y la gama de colores dependen del origen, pues cada región tiende a promover su industria de seda local.

El número de filamentos en cada hebra puede variar según la delicadeza y sutileza que se desee dar al bordado, pudiendo añadir o quitar filamentos. Para dar un resultado más espectacular añadían a veces hilo de metal o plumas.

(Bertin-Guest, J. 2003, p46)



El hilo de metal se suele utilizar como un filamento para contornearse y llenar. Se suelen mezclar hilos muy torsionados para las flores y trajes e hilos planos o sin torsión para las caras y manos de las figuras, así como para los pelajes de los animales.

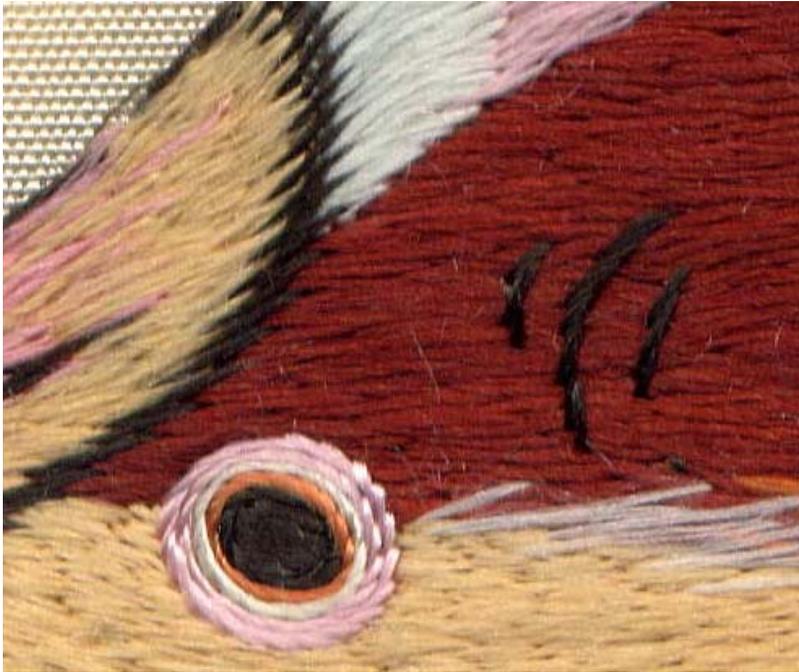


Ilustración 42.Detalle de un bordado de mantón. Donde vemos hilos torsionados en el ojo y lisos en el pelaje.





Ilustración 44. Detalle de un mantón bordado con hilo entorchado.



Ilustración 45. Detalle de personaje en un mantón donde se combinan hilos torsionados y lisos para dar texturas diferentes entre las caras y las ropas.



En los colores de los hilos se solían utilizar gamas sutiles y ricas, para poder realizar, lo que ellos llaman pintar con la aguja o bordado realista.

La división del hilo en sus filamentos se colocaba sobre un cojín de terciopelo oscuro o claro según el color de la hebra, se ataba el hilo a una aguja que se sujeta a la vez al cojín de terciopelo y se va desenroscando, eliminando los trozos de hebras partidas. En un hilo a veces se mezclan dos hebras con distinto color como en el caso de los pavos reales y barbas de los hombres. A continuación se puede observar un detalle en las plumas de un pavo real donde vemos la utilización de hilos con hebras de diferentes colores, motivo perteneciente a un mantón de Manila. (Ilustración 46).



Ilustración 46. Detalle de bordado de mantón de Manila.



Sobre la tela base también se realizan una serie de operaciones antes de bordar, como impregnarla con sustancias que realzan su aspecto, evitaban el riesgo de contracciones y ayudaban al aguante durante el lavado. En cuanto a la sustancia química en cuestión se desconoce siendo uno de los secretos de las casas de bordados, que cada una guardaba para sí.

En el proceso de bordado se trabaja con una mano sobre el bordado y otra bajo él, para realizar el juego de entrada y salida de la aguja, y de izquierda a derecha pese a que no suele haber reglas fijas en este aspecto.



Ilustración47. Detalle de bordado de un mantón donde se puede ver la utilización de hilos con hebras de diferentes colores.



Tipos de puntadas

Satín: Es la puntada más versátil del repertorio de bordado chino tradicional y es extensamente usada, pese a que la utilización de cada puntada depende del dibujo a bordar y la zona. Se suele reforzar bordeando el dibujo con unas puntadas y taparlas con el satín, para que coja fuerza. Recibe también el nombre de puntada uniforme, se solía utilizar para formar dibujos y como relleno de grandes superficies sobre las cuales se hacían otras puntadas. (Bertin-Guest, J. 2003, p.32)

Existen distintos tipos de satín:

- ✓ Diagonal paralelo o *Xie Zhen*.

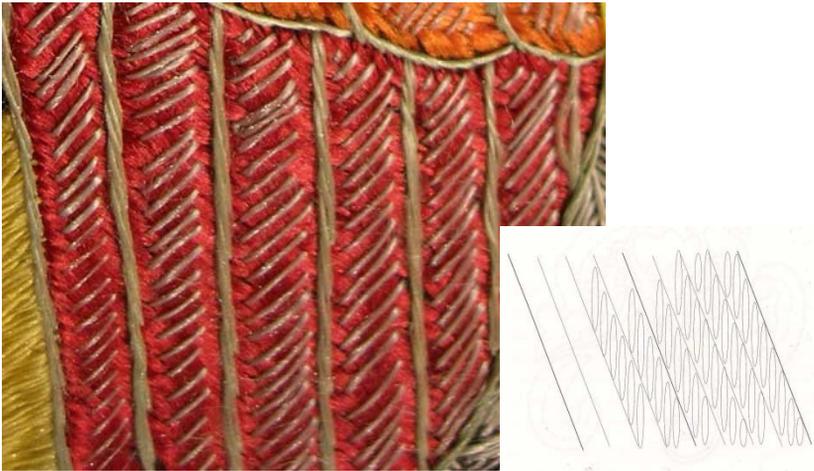


Ilustración 48.Detalle de un bordado en satín diagonal en un mantón.
Ilustración 49.esquema de la puntada. Esquema extraído de BERTIN-GUEST, J. 2003, p.59.



- ✓ Radial vertical orientado a la forma *Chan zhen*.
- ✓ Forma radial.
- ✓ Puntada abierta de Fishbone, se usa para ramas, plumas o animales a los que se quiere representar en semimovimiento. (Bertin-Guest, J. 2003, p57).

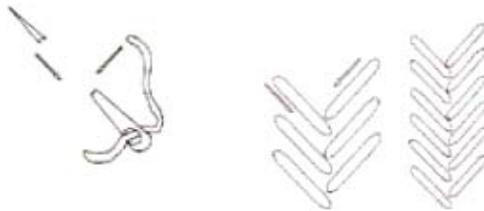


Ilustración 50. Esquema del punto de Fishbone cerrado y abierto. Esquema extraído de Bertin-Guest, J. 2003, p57.

Ilustración 51. Ejemplo de punto Fishbone en un efecto de plantas encontrado en un mantón



Existen a su vez dos formas de bordar con la puntada de satín:

- ✓ Utilizando una puntada llena por delante y por detrás del bordado. Donde se usa mucho hilo, por ese motivo sólo se emplea en dibujos pequeños o en bordados que se ven a doble cara como es el caso de los mantones.
- ✓ Utilizando una puntada que sólo llena el frente del bordado, más rápido utilizando menos hilo, (para superficies grandes).

Con el bordado en satín se crean lo que se ha llamado un sombreado simulado, dando a sus bordados una apariencia real.

Con esta finalidad dividen las puntadas en grupos y gamas realizando tres tipos de sombreados:

- a) **Sombreado con una sola capa**, usando puntadas largas y cortas alternativamente. Apta para bosquejar diseños naturalistas como flores, animales, etc. Dicha técnica queda más clara en el esquema que se adjunta a continuación.



Ilustración 52. Esquema de la puntada de sombreado de una sola capa. Esquema extraído de Bertin-Guest, J. 2003, p61





Ilustración 53. Detalle del plumaje de un ave en un mantón de manila donde se aprecia la puntada de sombreado de una sola capa.

b) ***Doble matiz sombreado.*** En esta técnica hay más predominio de puntadas largas y más juntas colocadas una al lado de otra de forma escalonada, creando una apariencia más densa que la anterior, donde hay un cambio de color las puntadas son ligeramente más cortas, así se crea un efecto más natural. Se usa a menudo para bordar detalles pequeños como las alas de las mariposas. Tal y como podemos apreciar en la ilustración 54.

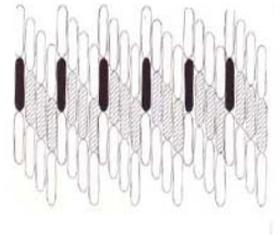


Ilustración 54. Detalle de las alas de una mariposa en un mantón, donde se aprecia el sombreado de doble matiz oscurecido Ilustración 55. Esquema extraído de Bertin-Guest, J. 2003, pp 61.



c) **Sombreado con matiz múltiple.** Hay varias formas de realizar este tipo de bordado:

- **Shan tao:** Es el método más usado. Consta de puntadas de diversos largos aplicados con hilos muy finos que dejan entremezclarse los colores. Sirve para los bordados a doble cara. Alinea las puntadas hacia dentro del diseño de tal manera que cuando se van aproximando al centro, las últimas puntadas están prácticamente escondidas. Se le llama la puntada esparcida.

Desglosando en pasos su realización sería: en primer lugar, una fila de puntadas de largos variables, en la segunda fila de puntadas se realizan de largo similar rellenando el hueco que han dejado las anteriores, para seguir repitiendo esta combinación fila a fila.

Ilustración 56. Esquema de la puntada Shan tao extraído de Bertin-Guest, J. 2003, pp. 62.





Ilustración 57. Detalle de pelaje de un ave Fénix en un mantón de Manila.



- **Ping tao:** Se usan puntadas derechas que progresan uniformemente dentro de la forma del diseño. Cuando son motivos pequeños, se usa la técnica de dar una puntada larga y adaptarla a la forma.

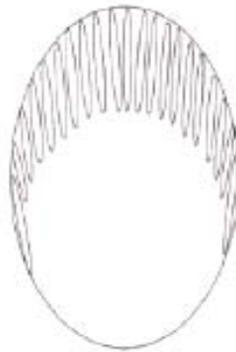


Ilustración 58. Esquema de la puntada Ping tao extraído de BERTIN-GUEST, J. 2003, p.63.

Ilustración 59. Aproximación a un pétalo de un bordado de un mantón de Manila debajo.



- ***Puntada Souhe:*** Usa alternativamente puntadas irregulares, largas y pequeñas dejando espacios visibles entre puntadas. También es conocida como puntada derecha mixta. La gradación cromática se logra mezclando tonos del mismo color creando un efecto realista. Usada normalmente para objetos inertes. La primera fila de puntadas llega de un lado a otro de forma vertical y de largos variados, la segunda fila se entremezclan con las puntadas anteriores de largos también diversos para continuar con una tercera fila continua bajo la primera fila de puntadas hacia abajo.

- ***Puntada Shunxian o puntada de vórtice.*** Las puntadas están dispuestas en un sentido radial, ideal para bordar formas circulares como cabezas y cuerpos de animales. Las puntadas largas y pequeñas son bordadas alternativamente a partir del centro y radiando hacia el exterior.

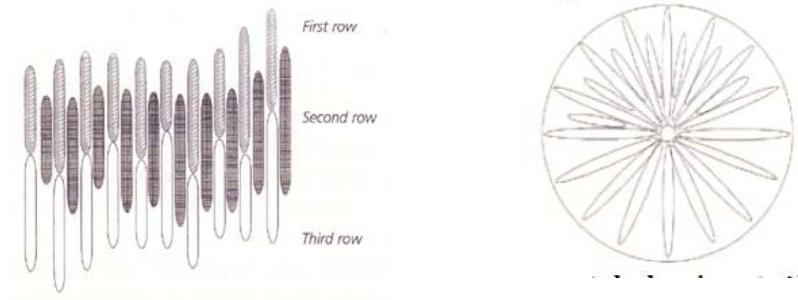


Ilustración 60. Esquema de la puntada Souhe extraído de Bertin-Guest, J. 2003, p.64.

Ilustración 61. Esquema puntada shunxian extraído de Bertin-Guest, J. 2003, p.64.





Ilustración 62. Detalles de bordados en dos mantones de Manila con ejemplo de puntada radial. Imagen derecha e izquierda.

▪ **Puntada Qiang:** Se borda de derecha a izquierda, ajustando fila con fila, adaptándose al diseño. Muy usada para bosquejar flores, aves y mariposas, especialmente sus alas. Los efectos que logran son naturalistas y decorativos, existen varios tipos de estas puntadas.

a) **Qiang interior:** la puntada parte del exterior del diseño hacia el interior. La primera fila de puntadas rellena la forma exterior y la segunda traza otra fila de puntadas pequeñas y de derecha a izquierda.



Ilustración 63. Esquema puntada Qian extraído de Bertin-Guest, J. 2003, p.66.





Ilustración 64. Detalle de pétalos de flor en un mantón donde se aprecia la forma de bordar de una puntada qiang

b) *Qiang exterior*: Las puntadas son trabajadas del centro del diseño hacia fuera. Se realiza una primera fila de relleno exterior, luego una segunda y una tercera de dentro a fuera.

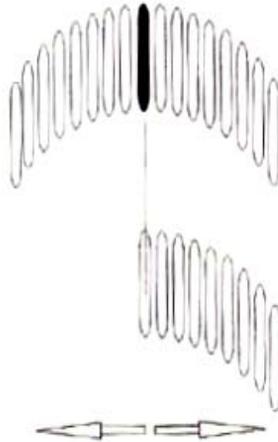


Ilustración 65. Esquema puntada qiang exterior. (Bertin-Guest, J. 2003, p.66).



Las puntadas no sólo se limitan a las denominadas de satín, existen otras que buscan distintos efectos realistas en los bordados:

Puntadas de imitación de pelaje o escamas: Combina la puntada *Souhe* y *Qiang*. Es una puntada versátil que varía según su utilización. Primero se marca el área donde van a ir las escamas, bordando en ella hacia fuera, del centro hacia la derecha alternando puntadas largas y cortas, haciendo luego lo mismo hacia la izquierda, “escama a escama”.

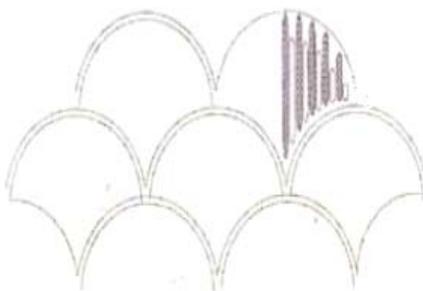


Ilustración 66. Esquema de puntada imitación pelaje extraída de Bertin-Guest, J. 2003, p.71.
Ilustración 67. Destalle bordado en escama en un mantón.

Puntada Gianglin. Consiste en hacer un efecto de escamas, pero haciendo todas las puntadas iguales de largas. Marcando la forma sobre unas puntadas enteras sin estar adaptadas a la forma de la escama.





Ilustración 68. Detalle de escamas en un ave de un mantón de Manila.

Otra puntada de escamas. Se rellena toda la superficie con un punto de relleno de arriba abajo o siguiendo la dirección de las escamas sobre las cuales con puntadas se dibujaran las escamas (ilustración 69 y 70).



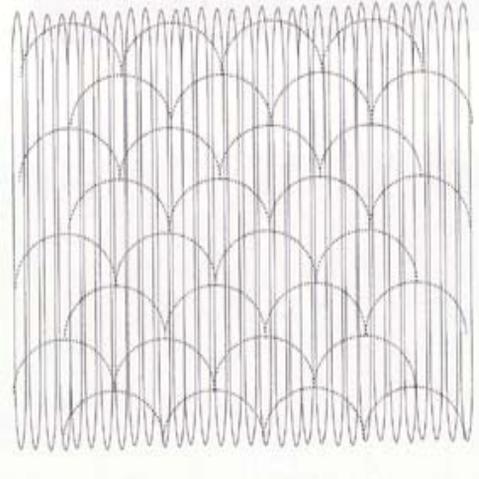


Ilustración 69. Esquema de puntada imitación pelaje extraída de Bertin-Guest, J. 2003, p.73.



Ilustración 70. Destalle de bordado de un mantón con puntada de escama.





Ilustración 71. Detalle de puntada de escama en un mantón de Manila.

Puntada abierta con otra capa sobrepuesta. Se realiza una primera capa de relleno simple o con sus variaciones, sobre la cual y con plantillas geométricas se realizan otras puntadas encima, se le puede agregar hilos de oro, lentejuelas, abalorios o botones. Los patrones se superponen cosidos encima y se bordan sobrepuestos.

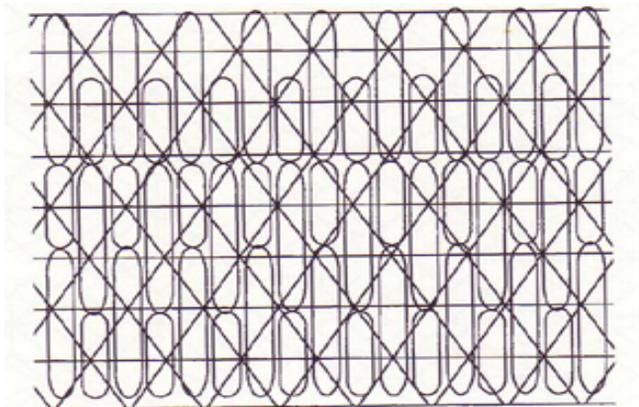


Ilustración 72. Esquema de puntada sobrepuesta extraída de Bertin-Guest, J. 2003, p.75.





Ilustración 73 y 74. Detalle de bordados en mantones de Manila con puntadas dobles sobrepuetas, arriba y abajo.





Ilustración 75. Detalle de bordado con puntada de doble capa sobrepuesta en un mantón de Manila.

Nudo Pekín: es conocido también como puntada de nudo, de semilla, invisible o prohibida. La puntada es un nudo que se aplica de formas diversas, como contornos, relleno o bosquejos de estambres de flores. Se realiza retorciendo el hilo un par de veces sobre la aguja para producir el nudo. Suele realizarse en sentido de las agujas del reloj, estando muy condicionado al espesor y la calidad del hilo que se utilizó.

Las superficies de relleno se van creando filas unas al lado de otras en un área previamente delineada, sin aberturas ni espacios intermedios. La dirección en que la aguja entra en la tela, determina el ángulo de la puntada. Por eso hay que mantenerlo para crear un efecto uniforme.





Ilustración 76 y 77. Detalle de puntada de nudos en una flor de un mantón de Manila. (Dcha.). En el pelaje de un animal (izq.).

Existen dos categorías:

a) *Nudo de semilla*, el hilo se retuerce una sola vez alrededor de la aguja. Dando un efecto de agujero en el medio en forma de Q.

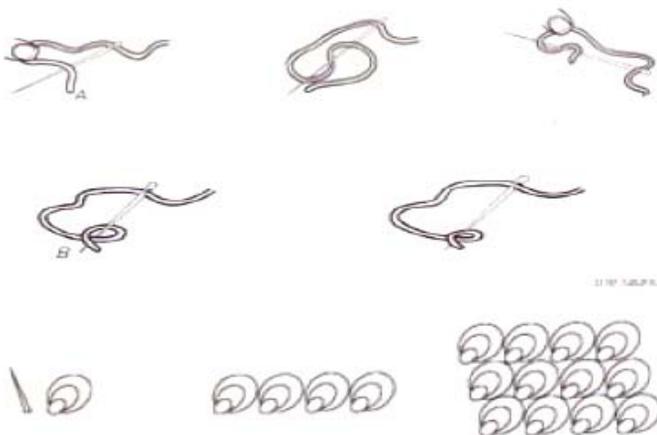


Ilustración 78. Esquema puntada nudo de semilla extraída de Bertin-Guest, J. 2003, p82



b) **Nudo sólido**, nudo más espeso y compacto realizado dando dos vueltas a la aguja.

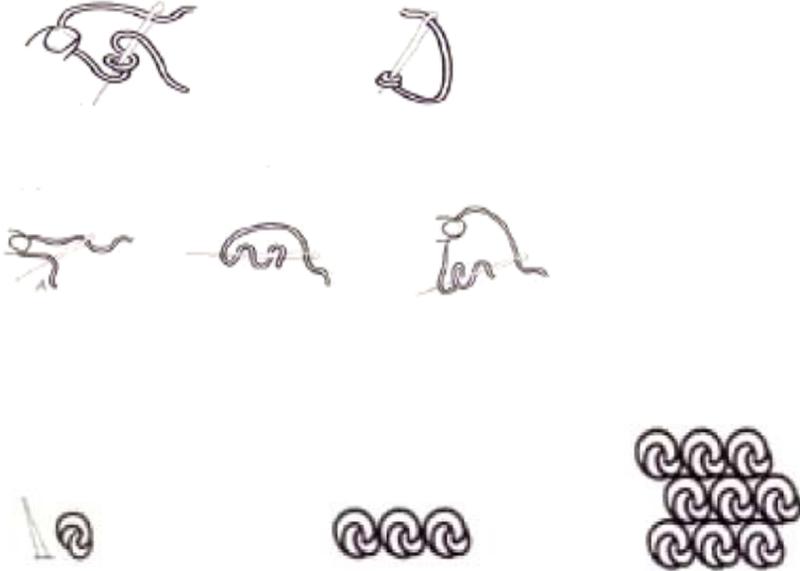


Ilustración 79. Esquema puntada nudo sólido extraída de Bertin-Guest, J. 2003, p82

Se le llamó puntada prohibida, dos pueden ser las razones, una porque volvía ciegos a los bordadores y la otra, porque en sus comienzos se realizaba sólo para la ciudad prohibida. Esta técnica es idéntica a la que conocemos en Europa como nudo francés.

Nudo calado, Se hace como el de semilla o sólido, pero se vuelve a extraer la aguja clavando la hebra a 1 cm de ella y así se crea una especie de cola.



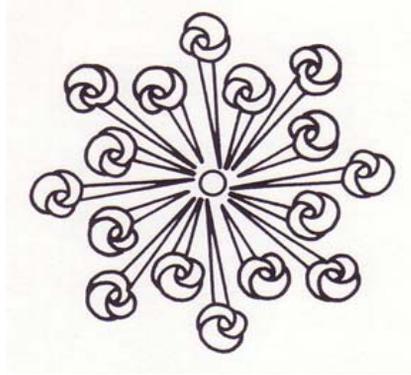


Ilustración 80 y 81. Dibujos de una puntada de nudo calado y una concentración de ellas.



Ilustración 82. Detalle de puntada de nudo sólido para rellenar unos pétalos de flores.



Puntada atrás. Produce una línea limpia, usada para delimitar dibujos, combinada con otras puntadas como la pekinesa.

Puntada partida. Ofrece una forma rápida y fácil de rellenar grandes áreas. Usada también para contornear, especialmente cuando los espacios han sido bordados con puntada de relleno.

Ilustración 83. Detalle de figura utilizando la puntada atrás para marcar el contorno del pelo sobre una tela base negra de un mantón de Manila.



Puntada de tallo, también llamada puntada de rodamiento. Puntada rápida y fácil, usada para bordar los tallos de las plantas o partes del diseño que requieren un aspecto lineal. Produce una línea muy bien retorcida. También usada para marcar una línea del diseño o como puntada de relleno.

Hilos de metal, solían usarlos para brocados o puntadas de reborde. De técnica compleja. Raras veces encontrados en mantones de Manila.



Ilustración 84. Detalle de rara clase de mantón de Manila con hilos de metal.



Puntada de pluma, usada para representar las hojas de los pinos y las plumas de las aves.

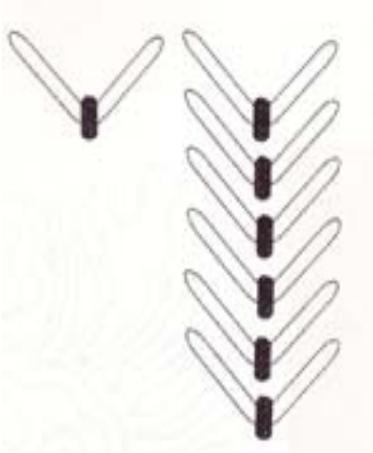


Ilustración 85. Esquema extraído de Bertin-Guest, J. 2003, p 93,
Ilustración 86 y 87 Detalle bordado de plumas de dos mantones de Manila.

125



AMERICA

Teniendo en cuenta que será la tradición Europea la que cambiara el estilo de bordar nativo de los pueblos indígenas americanos los tipos y características de los bordados de las colonias, seguirán las mismas premisas que la europea.

Cuando las colonias se consolidaron la llegada de población civil y la formación de conventos religiosos de monjas que se dedicaban a la educación femenina trajo consigo la propagación del culto a un tipo de bordado usado en Europa, que se enseñaba a las mujeres españolas de las colonias y a las criollas. Dicho estilo no tardo en calar en la indumentaria mejicana cotidiana. Como se observa en los trajes de Tehuana o de Ocotlán (Oaxaca)(Schail Goodman, F, 1976, pp.35-38). En donde los bordados que decoran chambras y sayas, recuerdan de manera ineludible a los bordados de los mantones de Manila



Ilustración 88. Traje de Tehuana, Oaxaca. Museo de arte popular. Ciudad de México. Se ve una clara influencia en la indumentaria mexicana del mantón de Manila. Imagen extraída web. www.viajeros.com, 02/03/2013.



EUROPA

En Europa el Mantón de Manila se bordaba al estilo Erudito (Mena Gonzalez, M.A. 1994)

Dicho bordado se caracterizaba por:

- ✓ Un uso de telas bases ricas: brocados, rasos, terciopelos y sedas.
- ✓ La hebra y materiales utilizados son de gran calidad: seda, oro, plata, metales laminados, piedras preciosas.
- ✓ Los motivos de los bordados variaban según los gustos en cada época. Con una gran libertad de combinación de ornamentos.
- ✓ Las técnicas de bordado son de gran variedad y riqueza, oscilando entre una gran gama de puntadas y combinación de estas.
- ✓ Su ejecución suele estar en manos de profesionales, virtuosos de esta técnica de bordado de gran dificultad, se llega a tardar una media de nueve años en adquirir estos conocimientos, que les convierte en maestros.
- ✓ Estas obras eran de larga duración exige en ciertos momentos la colaboración de varios maestros en el bordado.
- ✓ Estas labores se solían usar con fines decorativos, utilizándose en grandes actos sociales como símbolo de clase, riqueza y ostentación.
- ✓ De colorido variado y graduado.



De la división que exponemos a continuación la técnica utilizada en los mantones de Manila es el de las sedas polícromas::

1. Bordado en metales nobles
2. Bordados en sedas polícromas.
3. Bordado de Lausín
4. Tapicería Manual
5. Bordado en blanco

Bordados en sedas polícromas

También recibe el nombre de pintura de aguja o “*Acu pictae*”. La tela base solía ser seda, raso o terciopelo, acompañada normalmente de una hebra de seda o *seda flor* (Mena Gonzalez, M.A. 1994)

Se les dio la categoría de obra de arte de primera línea equiparable a la pintura, llamándolos cuadros bordados, se ha encontrado referencia de su existencia en inventarios tan importantes como el de Carlos V de Francia. También en cuadros de museos, catedrales y colecciones particulares.

A nivel técnico podríamos dividir el proceso de creación en dos fases:

1. Preparación: Marcar el dibujo de bordado mediante una cadeneta o una bastilla que quedará debajo del bordado.
2. Bordado: Se utilizarán diferentes puntadas:
 - a. Bordado a realce plano o liso: se hace el punto de espiral o bordado del pasado sin previa preparación. Se van combinando el color de tonos de la seda con los motivos.



b. Bordado al realce: La misma técnica que el anterior. Llegando incluso a rellenar el bordado para adquirir altura y grosor que ayudaba a dar una sensación de relieve.

c. Bordado al matiz: es el procedimiento que debe denominarse como “Acu pícate”. La técnica es de “puntada lanzada” rellenando todo el motivo. Siguiendo las formas de los motivos que van rellenando los ejes que han de seguir las puntadas para darles movimiento y plasticidad.



Ilustración 89. Ejemplo de bordado al matiz de un mantón de Manila.



d. Mezclando hilos de distintos tonos. Dicha técnica también se puede realizar con las puntadas de :

- Pulvinarium o enarenado
- Punto de nudo
- Cadeneta

e. Bordado al matiz cortado o bordado de matiz a doble cara o matiz chino: los motivos se van cubriendo por bandas estrechas con movimiento y cada una tomando una tonalidad degradada dentro del mismo color.

f. Bordado al matiz de puntadas lanzadas o matizado cortado: las puntadas siguen informalmente cubriendo el motivo pero el colorido sí que va en bandas

g. Bordado al matiz sobrepuesto: bordado sobre otra tela para sobreponerlo a la tela base original:

Del tipo de bordado en blanco, citado, extraeremos dos puntadas de decoración que también veremos en nuestras piezas. Nos referimos a puntada de plumetis y puntada indefinida.

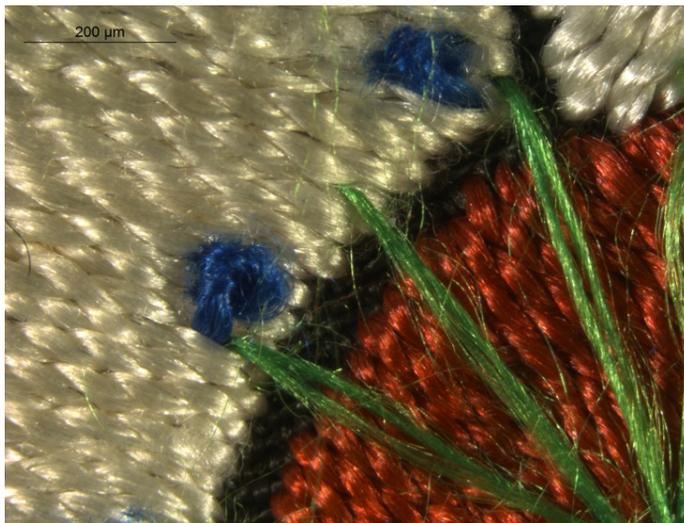


Ilustración 90. Macrofotografía de un punto de nudo en un mantón.



3. Iconografía de los motivos más comunes en los bordados de los Mantones de Manila

Los motivos que decoran los mantones de Manila eran muy diferentes según el centro de producción, diferenciándose mucho entre aquellos realizados en Oriente y Occidente a nivel iconográfico.

ORIENTE

El gusto oriental impregna por completo el mantón de Manila, pese a que se hizo una depuración antes de entrar en los mercados Occidentales, excluyéndose todos aquellos motivos que pudieran resultar desagradables a los futuros compradores. Un ejemplo de ello son los insectos, motivos muy comunes en el mundo oriental, con connotaciones muy diferentes a los dados en occidente. Aun con eso, de forma esporádica se encuentra alguno camuflado entre su flora y fauna.



Ilustración 91 y 92. Bordado de grillos en dos mantones de Manila. Dcha. e izq.

Los bordados de uso interno en China eran una mezcla de mitología y creencias religiosas taoístas, budistas y confucionista, que influyen en diseños y simbologías. Se asocian ciertas plantas y animales, para dar un significado u otro. Todo esto no sólo afecta a los diseños de los motivos, si no a las puntadas utilizadas en unos u otros.



Esta simbología no sólo era utilizada en bordados, también se encuentra en cerámicas y en trabajos en bronce, entre otros.

A continuación se enumeran y describen estos motivos, para hacer más fácil su localización y descripción en los mantones:

Murciélago, es el símbolo de la prosperidad. De uso muy común en los bordados Chinos. Con su nombre en chino existe un juego de palabras, ya que felicidad o buena suerte (fu 福) se pronuncia muy parecido a murciélago (fu 蝠), pudiendo confundirse al pronunciarlo una palabra con otra. A su vez la posición en la que pueda estar el murciélago en el mantón bordado da pie a otra casualidad lingüística muy propicia, cuando en chino se pronuncia “el murciélago vuela del revés” (Fuzi tianlai 蝠子天来) suena exactamente igual que “desciende la felicidad del cielo” (Fuzi tianlai 福子天来). Los murciélagos son animales que viven en cuevas que según la tradición popular china son portales hacia el más allá.

En los mantones de Manila son escasas las apariciones de este animal, pero sí se han encontrado en mantones donde se inhala un aire más oriental o camuflados con forma de hoja o flor, como se ve en las imágenes 93 y 94 (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/23/06/2014>)



Ilustración 93. Detalle de una hoja con un parecido espectacular con los murciélagos encontrado en un mantón.



Ilustración 94. Un murciélago volando hacia abajo bordado en un mantón de Manila.



Dragón Imperial, El dragón (long 龙) es uno de los doce animales del zodiaco chino. Se cree que viven en las montañas o en los mares y pueden volar a los cielos. A diferencia de los dragones de Europa, el dragón chino simboliza la benevolencia, la prosperidad, la longevidad y la renovación de la vida. En la antigüedad china se creía que el dragón trajo la lluvia, buenas cosechas y la fertilidad. Es el símbolo del emperador cuando tiene cinco garras, al ser el yang se asocia con el este y la primavera. Si aparecen unidos un dragón y el fénix representa la unión de un hombre y una mujer. No era un símbolo muy común en los mantones pero aparece camuflado entre diferente fauna, o como protagonista según el orientalismo del mantón.



Ilustración 95. Bordado de un mantón representando una escena mitológica donde un dios monta un dragón con cabeza humana.



Los ocho dioses de la felicidad, que chocaban de golpe con el cristianismo y la mentalidad occidental, podían aparecer de forma evidente, en escenas mitológicas con sus dioses representados de forma humana (en raras ocasiones) o camuflados en sus atributos.

Los Ocho Inmortales (八仙) son ocho personajes taoístas que han alcanzado la inmortalidad, son:

1) **Han Zhongli** (汉钟离), también conocido como Zhongli Quan (钟离权), fue un general de la dinastía Han y aparece llevando un abanico de plumas que utiliza para resucitar a los muertos, encontró el elixir de la vida y es el patrón de los militares. (Bertin-Guest, J. 2003, p112).



Ilustración 96. Bordado en un mantón de Han Zhongli.



2) **Lu Dongbin** (吕洞宾), conocido por su adicción al alcohol y su gran habilidad para la lucha, como atributos lleva una espada demoníaca y una especie de mata moscas que usa para caminar sobre las nubes, volar al cielo, y barrer la ignorancia (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) (ilustración 97).



Ilustración 97. Lu Dongbin bordado en un mantón de Manila



Ilustración 98. Zhang Guolao representado en un mantón.

3) **Zhang Guolao** (张果老) monta en burro, a veces sentado hacia atrás, y lleva un tubo de bambú con forma de instrumento musical llamado Yugu (鱼鼓). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) Ilustración 98.



4) **Li Tieguai** (李铁拐), conocido como "Li con muleta de hierro", es un mendigo lisiado que lleva una calabaza llena de un elixir mágico. La historia cuenta que un día Li dejó su cuerpo con el fin de visitar a Lao Zi 老子 (el fundador del taoísmo) en la montaña sagrada de Hua Shan (花山). Antes de partir, dio instrucciones a uno de sus discípulos de cuidarlo durante su ausencia. Le encargó, además, que si no regresaba en siete días, debía quemar su cuerpo. Al sexto día, sin embargo, el discípulo recibió la noticia de que su madre se estaba muriendo. Por ser un buen hijo, el discípulo regresó rápidamente a casa, pero no antes de quemar el cuerpo de Li. Li regresó después de siete días y encontró su cuerpo hecho cenizas y se vio obligado a entrar en el único cuerpo que se encontraba disponible, que era el de un mendigo lisiado recientemente fallecido. Transformó la caña de bambú del mendigo en una "muleta de hierro", con poderes mágicos que podían transmutar la materia. Li también fue capaz de hacer por arte de magia el "elixir de la inmortalidad" en la calabaza que llevaba. Teniendo a su vez la capacidad de hacerse tan pequeño que podía dormir en el interior de la calabaza. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) (ilustración 99).

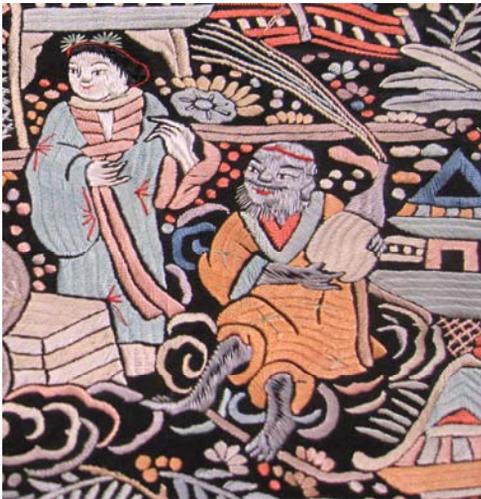


Ilustración 99.
Representación de
Li Tieguai en un
mantón.





Ilustración 101. Bordado de Han Xiangzi en un mantón.



5) **He Xiangnu**, (何仙姑) es la única mujer en el grupo y por lo general lleva una cuchara de cocina, el loto en flor o el melocotón. Ella es conocida por su devoción filial, con una gran capacidad para resolver los conflictos internos y es considerada como el patrón de la buena administración del hogar. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) (ilustración 100).



Ilustración 100. Hen Xiangnu bordada en un mantón de Manila.



6) **Han Xiangzi** (韩湘子) lleva una flauta y puede predecir el futuro, hacer que las frutas y flores fuera de temporada maduren y florezcan. Él representa a la juventud y es considerado como el patrón de los músicos. (Bertin-Guest, J. 2003, p112) (ilustración 101).

7) **Cao Guojiu**, (曹国舅) lleva un cetro ruyi o castañuelas, que son dos palmeros largos, se cree que simbolizan las mesas ceremoniales que se requerían para la admisión a la corte imperial. (BERTIN-GUEST, J. 2003, p112) (ilustración 102).



Ilustración 102. Cao Guojiu bordado en un mantón de Manila.



8) **Lan Caihe**, (蓝采和), representado como un hombre o mujer, por lo general tiene una cesta de frutas o flores, un tazón o una flauta. (Bertin-Guest, J. 2003, p112). (Ilustración 103).



Ilustración 103. Lan Caihe bordada en un mantón de Manila.

Los "ocho tesoros", (Babao 八宝), también conocidos como las "Ocho cosas preciosas" y los "ocho tesoros auspiciosos", simbolizan los ocho órganos preciosos del cuerpo de Buda o los ocho signos auspiciosos o los diversos emblemas de los ocho inmortales taoístas. Los ocho tesoros incluyen:



- **la moneda**, (qian 钱) las monedas chinas son un potente símbolo de riqueza y prosperidad. Las monedas antiguas chinas son redondas con un agujero cuadrado en el centro que refleja la visión china de la tierra como un cuadrado y los cielos como un círculo. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) (Ilustración 104).



Ilustración 104. Monedas bordadas en un mantón de Manila

- **el cetro ruyi**, (如意), era un cetro que representaba el poder y la autoridad, era originalmente una espada corta para la defensa propia utilizada para contener el ataque. Existe cierta especulación de que podría haber evolucionado a partir de un rascador de espalda. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)



- **el coral**, (Shanhu 珊瑚) simboliza la longevidad. Como un símbolo de la longevidad, los chinos han creído tradicionalmente que el coral representa un "árbol de hierro" (铁树 Tieshu) que crece bajo el mar y florece sólo una vez cada cien años. El coral rojo es considerado especialmente auspicioso porque los chinos creen que el color rojo significa buena suerte, buena fortuna y felicidad. El coral se asemeja a los cuernos del venado y los venados son los símbolos de la longevidad. Es también un símbolo de promoción oficial, porque un botón de coral en el sombrero identificó a uno de los nueve grados de los funcionarios del gobierno. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)
- **el carrillón de piedra**,(qing 磬) fue un instrumento musical de percusión en la antigua China. Cada especie de campana era plana y de piedra y con forma similar a un galón, con un pequeño agujero en la parte superior central que permite que la piedra colgara de un armazón. El instrumento musical consistió en una serie de 8 a 24 de estas piedras, cada una emitía un tono diferente. Al recibir un golpe con un martillo se producía un sonido musical. Debido a que muchas de estas piedras eran de jade (producían una sonoridad especial), simboliza la riqueza.
- **las pastillas**,(fang sheng 方胜), son consideradas un objeto de suerte, aunque en realidad el origen es todavía incierto. Se representaban como dos pastillas con forma de diamante entrelazadas como era un instrumento musical antiguo. Se dice que este objeto fue utilizado también como un adorno de la cabeza en la antigüedad y simboliza la victoria. Las leyendas Taoístas describen que la Reina Madre de Occidente (Xiwangmu 西王母) las llevaba como un objeto para exorcizar los malos espíritus. La leyenda describe, además, a la Reina Madre de Occidente con un collar de jade pesado, un vestido hecho de hojas de morera, y tenía los dientes de un tigre). Dos pastillas en forma de diamantes entrelazados juntos pueden



representar dos corazones unidos y que actúan como una sola mente. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)



Ilustración 104-1. Pastillas taoístas en un bordado de un mantón.

- **El cuerno de rinoceronte**, uno solo o en parejas (Xijiao 犀角). Simboliza la felicidad, porque el primer carácter (xi 犀) se pronuncia igual que el personaje de la felicidad (xi 喜).





Ilustración 105. Dos cuernos de rinocerontes entrelazados bordados en un mantón.

- **los lingotes de plata**, se convirtieron en una medida de valor durante la dinastía Yuan (1280 - 1368 dC) y por lo tanto, representa la riqueza. La plata fue moldeada en forma de barco o lingotes sycee (细丝), pueden pesar desde 1 hasta 100 gramos. Simboliza el brillo y la pureza. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014).
- **las perlas de fuego**. Los dragones son a menudo representados persiguiendo a una "perla". La perla es una metáfora de la perfección y la iluminación, sobre todo si el dragón representa al emperador. También se asemeja a la luna. El dragón devora la perla, la perla va desgastándose apareciendo como una luna menguante. El dragón y la perla simbolizan el eterno ciclo de la transformación. Con frecuencia, la "perla" se muestra con las llamas que simboliza los poderes mágicos y puede representar la perla que concede deseos del budismo. A su vez puede referirse a la riqueza, pureza de intención y el genio en



la oscuridad. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>) Ilustraciones 106-107

En el budismo, *las ocho señales auspiciosas* incluyen:

- **el loto** (como pureza o iluminación),
- **la rueda del Dharma** (el conocimiento),
- **la vasija de los tesoros** (la riqueza),
- **la concha** (son los pensamientos de Buda), (Bertin-Guest, J. 2003, p110).
- **la bandera de la victoria** (las enseñanzas de Buda a conquistar por todos). (Bertin-Guest, J. 2003, p110) .



Ilustración 106. Perla rodeada de fuego
Ilustración 107. Perla devorada por un dragón.





Ilustración 108. Bordado de una concha bordada en un mantón de Manila.

Ilustración 109. Bandera de la victoria bordada en un mantón de Manila.

- el nudo sin fin (la armonía).



Ilustración 110. Detalle de nudo eterno en un mantón de Manila



Existen en los mantones de Manila unos motivos que se repiten, dichos motivos con el tiempo pasarán de tener un carácter simbólico a uno decorativo. Se resumen en motivos flora y fauna:

FLORA

Flores

Peonía o saltaojos. (牡丹) En el jardín oriental es la reina de las flores, siendo símbolo directo de la emperatriz imperial. Aluden a la abundancia y el honor, emblema de la mujer casada, de belleza madura. Flor de las hadas. En Europa se confundirá con la rosa, flor con mucho significado en la cultura religiosa cristiana.

En conjunto con otras flores y en fondos oliva, era el emblema de un rango alto. (BERTIN-GUEST, J. 2003, p114) Simboliza a su vez el tercer mes del calendario lunar aludiendo a la longevidad y la lealtad, la felicidad y la belleza eterna. Debido a la forma en que algunas veces crece, de dos en dos, ha llegado a simbolizar la prosperidad y la riqueza. Por esta razón, otro nombre para la peonía es fuguihua (富贵花) que significa "flor de la riqueza y el honor". Una peonía en un florero (ping a 瓶) tiene el significado oculto de la "riqueza, el honor" (peonía) y "paz", porque el jarrón es un jeroglífico para "la paz" (Pingan 平安). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)





Ilustración 111. Un par de peonias bordadas en un mantón de Manila.





Ilustración 112 y 113. Detalles de peonías extraídos de mantones de Manila imagen superior e inferior



Flor del ciruelo, (mei 梅) es una de las flores que florecen entre la nieve, dando la visión en la cultura oriental de pureza y valor,¹³ a la vez que de perseverancia (Bertin-Guest, J. 2003, p114). Representa el primer mes del calendario lunar. Aludiendo al coraje y la esperanza, ya que florece primero y se defiende heroicamente contra los peligros del invierno. Los cinco pétalos de la flor del ciruelo hablan de las cinco bendiciones (Wufu 五福), también conocidas como las " cinco felicidades" o "las cinco grandes fortunas " . Estas cinco bendiciones se refieren a la longevidad (寿), la riqueza (富), la salud y la compostura (康宁), la virtud (修好德) y el deseo de morir de muerte natural en la vejez (考终命). (Pingan 平安). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)



Ilustración 114 y 115. Flor del ciruelo bordada en dos mantones de Manila.

¹³ Caroline Stone en su publicación coincide con esta misma deducción.



Flor del melocotonero, (tao 桃) es la flor de las novias, visión resplandeciente y alegre que aleja el mal. Su fruta goza de la inmortalidad.¹⁴ El melocotón es el alimento de los dioses taoístas, siendo símbolo de larga vida. La leyenda cuenta, que viene del árbol de la inmortalidad, que crecía en el jardín del las hadas y de Xi-Wang-Mue, la diosa buena del Este en las montañas lejanas de Kulum, floreciendo una vez cada 3000 años. También en la cultura china representa el matrimonio, puesto que florece en primavera, una época muy propensa a los matrimonios. (Bertin-Guest, J. 2003, p.114). Representa el segundo mes del calendario lunar. El melocotón simboliza el matrimonio, la primavera, la justicia y la inmortalidad. Su madera se utilizaba en la antigüedad para hacer espadas, flechas y amuletos, la palabra china para melocotón (tao 桃) tiene la misma pronunciación que la palabra china "huir" (tao 逃). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/> 23/06/2014) También se puede encontrar el melocotón como fruto, con la misma simbología que envuelve a la flor.



Ilustración 116. Flor del melocotonero en un mantón.

¹⁴ Carolina Stone coincide en su publicación con ello.





Ilustración 117 Flor del melocotonero.

Ilustración 118. Fruto del melocotonero imagen inferior. Se aprecian dos melocotones unidos en la misma rama que una flor del melocotonero.



Flor del cerezo. Metáfora del samurái, reflejo de lo varonil y la juventud en Japón, siendo poco destacable en la simbología China. No suele aparecer en los mantones, con connotaciones tan específicas pero si es utilizada como flor diferente a otras en composiciones más variadas.



Ilustración 119y 120. Flores del cerezo .

Flor y fruta de la granada, (shiliu 石榴) llamada flor de ala de mosca. Símbolo de la fecundidad y de los hijos futuros. Representa el sexto mes del calendario lunar y, debido a sus muchas semillas, representa la fertilidad, (hijos y descendientes). Por esta razón, la granada es un símbolo importante en los matrimonios chinos. El primer carácter (shi 石) tiene la misma pronunciación que la palabra "generaciones" (shi 世) y por lo tanto, fortalece el sentido de la descendencia. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)





Ilustración 121. Flor de la granada o vaina del loto

El loto, (蓮花) para la cultura oriental es la flor de mayor espiritualidad. En los mantones se representa de forma muy estilizada. Simboliza la paz y la continuidad. Cuantas más flores, más estabilidad familiar.

Debido a que Buda es a menudo representado sentado sobre una flor de loto, la flor de loto es considerada un símbolo sagrado budista (uno de los ocho símbolos de buen augurio), que representa la pureza y el desapego de los placeres mundanos. Representa el séptimo mes del calendario lunar. La palabra china para loto es Lianhua (蓮花) o Hehua (荷花). Lian, es también la pronunciación de la palabra de continua (连) y también es la pronunciación de la palabra armonía, (和) por lo que el loto tiene el significado oculto de la "armonía continua".

Un tallo del loto y la vaina del loto simboliza la armonía, muestra juntos el matrimonio y la unión sexual.



Las semillas del loto (Lianzi 莲籽) tienen el significado oculto de "continuo nacimiento de los niños", porque "lian" suena como "continua" (连) y "zi" tiene la misma pronunciación que la palabra para el hijo (zi 子). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)



Ilustración 122 y 123. Detalles de dos lotos.



Flor del peral. Refleja el buen gobierno

Malva. El amor a los placeres rústicos, aparece en los tejidos junto con briznas de malvarrosa.(Stone, C, 1996, p. 81).

Orquídea, símbolo de la humildad, belleza y refinamiento.



Ilustración 124 y 125. Orquídea .



Crisantemo. (Ju 菊) El emblema imperial japonés. En china simboliza la jubilación feliz y las satisfacciones de la madurez. Representa el décimo mes del calendario lunar. Es uno de los cuatro caballeros, florece tarde y cuando se representa en la frente simboliza a las personas que mantienen su virtud a pesar de la adversidad y la tentación. A veces es un símbolo de "para siempre" (Yongjiu 永久), y por lo tanto significa "longevidad", debido a la similitud en la pronunciación. Por la misma razón, el crisantemo también puede representar el número "nueve" (jiu 九). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/23/06/2014>)



Ilustración 126 y127. Crisantemos bordados en dos mantones de Manila.

Narciso. Blanco y perfumado. Los chinos la llaman la flor duende del agua. Con ella celebran la nochevieja, da suerte. (Stone, C, 1996, p82). Con bambú y rocas significa "Inmortalidad en tu larga vida". (Bertin-Guest, J. 2003, p. 114)



Lirio, Conlleva la acción de ayudar en el parto. Los chinos se la bebían hervida para olvidar las tristezas. Es muy común en la decoración cerámica.



Ilustración 128. Detalles de lirios en un mantón de Manila.



Claveles, rosas y azucenas, atadas con lazos, se añadirán a esta lista como una clara influencia europea.



Ilustración 129 -129/1. capullo de rosas imagen izq. e inferior.
Ilustración 130. Flor de azucena dcha.



Glicinia, no tiene ningún valor simbólico, pero en los mantones se la puede confundir con racimos de uva.



Ilustración 131, 132 y 133. Flores de glicinias. A la izquierda y en la imagen superior.

Cestas de flores y a veces de frutas, son llamados canastos de la suerte. Señalan los placeres de la vida, aparte de ser uno de los ocho dioses inmortales taoístas y la patrona de las floristas. (Stone, C, 1996, p84)





Ilustración 134. Canasta de la suerte.



Hojas y árboles

Bambú. De todos los árboles es el más importante. Sus hojas se suelen encontrar representadas en las cenefas. Crece muy rápido, como crecerá la familia que los porta. Por su tronco largo y hueco se alude a la longevidad y a la falta de perjuicios. Gracias a su verdor perpetuo citan su aguante y constancia. A su vez es símbolo del caballero, incombustible y modesto. Se combina para hacer más rica su simbología con la ciruela, para mostrar el amor en pareja. Y con el pino y la ciruela, muestra la amistad y la constancia en los momentos difíciles.

El bambú simboliza los ideales de un erudito confuciano, porque ambos son percibidos como rectos, fuertes y resistentes, sin dejar de ser gentiles, elegantes y refinados. El bambú también representa los ideales de los taoístas, ya que puede doblarse durante las adversidades del tiempo, pero no romperse.

Simboliza el encanto gracias a un juego de palabras, la palabra china para el bambú (zhu 竹) y la palabra china para "desear" o "felicitar" (Zhu 祝) se pronuncian de la misma.

Debido a que tiene un "hueco en el centro" (kongxu 空虚), el bambú también simboliza la "modestia" (qianxu 谦虚), ya que el segundo carácter tiene la misma pronunciación (xu). El bambú se ha utilizado tradicionalmente para ahuyentar a los malos espíritus, como a la mítica Nian, bestia (年), porque cuando se prendía emitía un fuerte crujido similar a los petardos. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/> 23/06/2014)





Ilustración 135 Detalle de hojas de bambú.

Ilustración 136. Hojas de pino .

El **pino**, sale poco en los mantones porque se trata de un símbolo serio en la ideología taoísta, (pese a que conforme se pierde simbología aparece con un carácter decorativo de forma más normalizada) muestra, la constancia, el aguante, el valor y la estabilidad, siempre está unido al varón. (Stone, C, 1996, p.85).

De simbología similar al bambú. (Bertin-Guest, J. 2003, p.115)
El pino es un símbolo muy común para la longevidad, ya que es un árbol de hoja perenne y puede soportar los duros inviernos. También simboliza la soledad y protección cuando se plantan cerca de las tumbas. Porque la mítica criatura Wang Xiang (罔象), que devora el cerebro de los muertos, tiene miedo de los pinos. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)



El sauce o sauce llorón. (liu 柳) En la cultura oriental tiene unas metáforas muy variadas, a sus ramas se las compara con las cinturas y las cejas de las mujeres. Se asocia con la vida de los estudiosos y poetas que se inspiraron mientras se paseaban entre ellos. Sus ramas eran consideradas mágicas y se utilizaron en los exorcismos y en las limpiezas de las tumbas, en el Festival de Qingming (清明节), también conocido como "Festival de las Tumbas". En este día, los jóvenes también llevaban ramas verdes de sauce en el pelo para evitar reencarnarse en perros en el futuro. Debido a la similitud en la pronunciación de la palabra china "a parte" (li 离), las ramas de sauce también representan separación y tristeza, ya que se da tradicionalmente a los amigos que parten a tierras lejanas. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)



Ilustración 137 .Sauce llorón .



Frutas

No es muy común que se borden en los mantones de Manila pero si encontramos alguna en los mantones llamados de "Ala de Mosca".

El caqui, trae suerte en los negocios (Stone, C, 1996, p.86)

Calabaza, (nangua 南瓜) suena como "muchacho" (nan 男) y simboliza el deseo de los hijos. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/23/06/2014>).

Limón, lo que los chinos llaman mano de Buda. Símbolo de la longevidad. Si se combinan en una cesta con un melocotón y una granada queremos decir, mucha suerte, larga vida y longevidad, las tres grandes mercedes divinas.



Ilustración 138. Detalle de flor del limón .



FAUNA

Mariposa. Es la visión de la alegría y el ocio feliz. Cuenta una historia muy bonita china, que había una vez una mujer tan hermosa, que cuando salía al jardín le revoloteaban montones de mariposas, creyendo que era una flor. Era tal la envidia de las mujeres que la veían que se hacían bordar en sus trajes mariposas para así poder imitar este efecto. (Stone, C, 1996, pp.87). La mariposa es un símbolo de larga vida debido a que el segundo símbolo de mariposa (**Hudie** 蝴蝶) tiene exactamente la misma pronunciación que el personaje 耄 (die) que tenía "70 o 80 años de edad". La mariposa también significa alegría y calidez. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/23/06/2014>).





Ilustración 139, 140 y 141. Detalle de unas mariposas.



Ave fénix. Son parecidos a los faisanes, es el símbolo de la emperatriz China. El ave fénix chino es un pájaro mítico conocido como el Fenghuang (凤凰). A diferencia del ave fénix de Occidente, el ave fénix chino no tiene la connotación de un pájaro que resurge de sus cenizas. El ave fénix chino simboliza la alegría y la paz. Se cree que el ave fénix sólo hace acto de presencia durante los períodos de prosperidad, paz y buen gobierno. Cuando un dragón y el fénix se muestran juntos simbolizan una unión feliz y armoniosa. El fénix es el equivalente del yin del dragón y se asocia con el sur y el verano. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com>, /23/06/2014).



Ilustración 142 Y 143. Detalle de dos ave Fénix



El pavo Real. Simboliza la belleza y la dignidad, así como el deseo de paz y prosperidad. Los antiguos chinos creían que una mirada de un pavo real puede hacer que una mujer quedara embarazada. Xi Wang Mu (西王母), la Reina Madre de Occidente, a veces montaba un pavo real como medio de transporte en lugar de una cigüeña. Si se representan dos con las colas enroscadas, es la pareja feliz y unida . (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) En los mantones se ven mucho entrelazando las colas con las aves fénix.



Ilustración 144. Detalle de un Pavo Real.

Ilustración 145. Bordado de un pavo real y un Ave fénix.



Pato mandarín, (Yuanyang 鸳鸯 o 鸕 xi) nos muestra la humildad y el ser pacífico. Se cree en él, como un compañero de por vida y por tanto, un par de patos mandarines simbolizan la fidelidad, el afecto conyugal, la paz y la prosperidad. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014).



Ilustración 146. Patos bordados en un mantón de Manila

Pez (yu 鱼) , no aparece mucho en los mantones, no supone un tema atractivo para la mentalidad occidental, sin embargo es muy interesante y rico en iconografía en el mundo oriental,(STONE, C, 1996, p.89), simbolizando un mundo de abundancia, es a su vez un amuleto contra la mala suerte .Dos peces juntos es la felicidad y la fertilidad de la pareja.



El carácter chino (鱼) para pescado, se pronuncia igual que el carácter chino para abundancia o excedente (余). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014). El símbolo del pez es, por lo tanto, frecuentemente asociado con otros símbolos y caracteres chinos para simbolizar el deseo de más, en el sentido de suerte, buena suerte, buena fortuna y larga vida. A modo de ejemplo, para expresar el deseo de tener más años de felicidad, se puede utilizar el carácter chino 年 (nian) para el año, e incluir una imagen de un pez, un loto y una urraca. El pescado (鱼) representa más (余). El carácter para loto (莲) y el carácter (连) en la sucesión o uno tras otro, como en la expresión de año tras año, se pronuncian a su vez lian. La urraca (xi Que 喜鹊), se pronuncia igual que la felicidad. Así que la combinación de, el pez, el loto, la urraca y el carácter chino de año (年), tendría el significado implícito de más la felicidad, año tras año. Debido a sus capacidades reproductivas, los peces también representa la fertilidad en el matrimonio. Dos peces, (双鱼), representan la felicidad en el matrimonio.

La carpa es en sí misma un juego de palabras, el símbolo chino para la carpa (鲤) se pronuncia igual que, el símbolo (利) para beneficio y el personaje (力) es la fuerza o poder. La carpa es también una representación de la abundancia y la fertilidad, ya que produce muchos huevos. Un par de carpas simboliza un matrimonio armonioso. Una imagen común es más de una carpa nadando y saltando contra la corriente de un río para llegar a los lugares de desove. Esto hace mención a la leyenda (鲤鱼跳龙门) que cuenta que una carpa fue capaz de saltar por encima de la mítica "Puerta del Dragón" para convertirse en un dragón. Por lo tanto se convirtió de forma inmediata en una alegoría a la persistencia y el esfuerzo, habilidades necesarias para superar los obstáculos.





Ilustración 147. Bordado de una carpa saltando.

Ilustración 148. Peces.

Ilustración 149. Rana o sapo.

Sapo, símbolo de la familia, se pronuncia Chanchu (蟾蜍), a veces reducido a sólo chan (蟾).

En algunos dialectos del chino la pronunciación de "sapo" (Chan) es muy similar a la de "moneda" (Qian 钱). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)

Rana (wa 蛙) es un símbolo de la fertilidad, ya que tiene la misma pronunciación que la palabra utilizada para bebé (wa 娃). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>,23/06/2014).



Tortuga, la vida feliz (GUI 龟). Tiene una larga vida útil y por tanto, es un símbolo natural de la longevidad. La tortuga también representa la fuerza y la resistencia. Se asocia con el norte y el invierno. La apariencia física de la tortuga se asemeja a la visión china del universo, de forma redonda cubierta con caparazón como la bóveda del cielo y la parte inferior del cuerpo es plano como la tierra. Su concha se utilizó en tiempos muy antiguos en la adivinación. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014).



Ilustración 150. Bordado de dos tortugas .

Grullas blancas, (que 鹤) se pensaba que vivían muchos años por lo tanto es un símbolo de longevidad. Las plumas blancas de la grulla también representan la vejez. Una grulla de pie por sí sola puede representar el éxito en ser un alto funcionario del gobierno. Los mitos describen a los espíritus y a los inmortales montados en grullas. Las almas de los muertos, se dice que ascenderán a los cielos por medio de ellas. Su imagen fue bordada en las túnicas de altos funcionarios del gobierno. Debido a que la pronunciación (que) es la misma que el de la palabra "armonía" (que 合), se asemeja a los encantos que implica un matrimonio bueno y armonioso. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014)





Ilustración 151. Grullas.

Ilustración 152. Grullas al vuelo.

Ciervo, El carácter chino para el venado es 鹿, que se pronuncia Lu. El carácter con que se nombra el salario que recibe un funcionario del Gobierno, también se pronuncia Lu 禄. Así una imagen de un ciervo representa a un funcionario del gobierno de sueldo alto y acomodado. Los chinos creían que los ciervos vivían muchos años, por lo que se ha convertido en un símbolo de larga vida. Tradicionalmente se pensaba que el ciervo era el único animal capaz de encontrar el hongo mágico lingzhi de la inmortalidad. A su vez el ciervo acompaña a veces a Shou, el Dios de la Longevidad.(detalle en la ilustración 153). (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014).





Ilustración 153 .Detalle Ciervo y dios de la longevidad.

Ilustración 153/1. Detalle de un gato.



Gato, (猫 mao) no tiene jerarquía en la iconografía china. El gato es también el protector de los gusanos de seda, ya que puede ahuyentar y matar a los ratones y las ratas que los atacan. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014) (ilustración153/1).



Perro, no es un animal importante, excepto el caso de los leones que pueden parecer perros, llamados Perros de Buda. Son los guardianes de los templos desviando el mal en su presencia, símbolo del valor. Con una esfera bajo la pata y la boca cerrada son machos y con un cachorro y hablando hembras. (Stone, C, 1996, p. 91).



Ilustración 154 y 155. Perro de buda .



Caballo, (ma 馬). Es uno de los doce animales del zodiaco chino y simboliza la velocidad, el poder, y la perseverancia. El caballo suele ser representado como el portador de las buenas cosas. Por ejemplo, un caballo al galope, con varios rollos (los diagramas de Río Amarillo) atados en la espalda, representa la presentación de los orígenes de la cultura china. El caballo puede ser un símbolo de los mongoles (dinastía Yuan), ya que su cultura está fuertemente asociado con el caballo. (Primal Trek a Journey Through Chinese cultura web: <http://primaltrek.com/>, 23/06/2014).

ESCENAS POPULARES ORIENTALES

Escenas mitológicas, escenas de los dioses taoístas y sus simbologías, muy raras en los mantones de manila,



Ilustración 156. Representación de los dioses taoístas .

177

Escenas del teatro chino: con representaciones de sus bailarinas y escenas de samuráis, (ilustración 157).



Escenas populares o con pabellones, muy comunes en todos los mantones, en donde se encuentran mantones con incrustaciones cosidas de piezas de marfil sobrepuestas con las caras de los personajes con un detallismo asombroso. Adjuntamos en este apartado el estudio de un Mantón de Manila con aplicaciones de marfil característica de esta tipología (ilustración 158 y tabla 1).

Escenas con rarezas especiales por petición de los compradores (ilustraciones 159,160 y 161).



Ilustración 157. Detalle de un mantón de Manila.





Ilustración 158. Detalle de un mantón de Manila con escenas populares de pagodas cuyos personajes tienen las caras con aplicaciones de marfil.



Ilustración 159 Detalle de una escena de la vida cotidiana.



Ilustración 160 Detalle de un coche .



Tabla 1. Macrofotografías de una cara de marfil aplicada en un mantón de Manila.





Ilustración 160. Detalle de un mantón de Manila con una maquina a vapor.



Ilustración 161. Detalle de un mantón de Manila en una escena cotidiana.



EUROPA

Dentro de la tradición occidental en bordados y formas, nos vamos a centrar en todas las que formen parte del mantón de Manila, excluyendo aquellas que no se encuentran, no por ello, desconociendo el hecho de su existencia en otros elementos bordados.

Los bordados populares son interpretaciones ingenuas y sencillas de la naturaleza. Dichos bordados podríamos dividirlos en:

- ✓ Antropomorfos o figura humana
- ✓ Zoomorfos de animales reales o imaginarios
- ✓ Fitomorfos o representaciones vegetales
- ✓ Objetos simbólicos
- ✓ Epígrafes o inscripciones
- ✓ Geometrías

FLORA

El pino no tiene connotación simbólica.

El clavel muy abundante en los bordados segovianos.

El rosetón o la roseta: De origen asirio, muy utilizado en los bordados. Ilustración 98.

El tulipán, elemento de influencia turca, simboliza dentro del campo afectivo el amor desgraciado.

Rosas de muchos colores y tamaños, simbolizaban el secreto y en la iconografía cristiana, hace referencia a la pasión de Cristo.

Margaritas, alude a la impaciencia. Ilustración 162.





Ilustración 162. Margaritas bordadas en un mantón.



Ilustración 163. Capullos de rosas.



Lirio, representa la pureza.

Girasol, simboliza la fidelidad.

Romero, hace referencia a la memoria, arbusto del mediterráneo que vemos ya en mantones de la primera mitad del S. XX.

Pensamientos, representa la sabiduría.

Cardo, alude a la vida.

FAUNA

El León,¹⁵ el rey de los animales. Se representa en varias actitudes: en reposo; andando; luchando; vencedor o vencido...

En algunos mantones lo vemos en compañía de otros animales, queda evidente el simbolismo que protagoniza. Sus antecedentes se remontan a los relieves asirios, asimilados por el mundo cristiano como enemigo de la iglesia en sus comienzos y como símbolo de San Marcos después. Será en la Edad Media cuando se incluya en las heráldicas con la simbología real. Siendo un elemento de los más aceptados en el mundo gótico.

El caballo, Suelen ir acompañados de figuras humanas no teniendo en si mismo ningún valor simbólico.

El perro, carece de valor simbólico, acompañando a figuras humanas.

La paloma y pajarita, Dentro de lo que serían aves no son de las más encontradas en los mantones. En el cristianismo

¹⁵ Similar en representación en oriente a los perros de Buda



simboliza la paz. Las aves del paraíso y los pavos reales serán influencia oriental.

El halcón, Se le distingue por un pico muy ganchudo. Usado en España como ave de presa. Simbolizando el poder y la fuerza. No se ha encontrado en los mantones por tener una simbología muy fuerte para este tipo de prendas.

El pez, Dentro del cristianismo simboliza el alma del cristiano que vive la fe. Potenciándose esta idea con la inmersión de este en agua.

El cordero, Representa el *Agnus Dei*. Perdiendo en los mantones este simbolismo, queda relegado a un elemento decorativo junto a otros animales.

El ciervo, En el mundo cristiano es el alma de Dios que desea ir a Cristo. Puede representar una escena de caza exenta de simbolismo.

Escenas campestres (Aguilar Criado, E, 1998, pp. 85-90)

Edificios y monumentos de Sevilla. Fruto de encargos específicos para conmemorar momentos puntuales.

Estos motivos irán variando según el gusto de la época y la creatividad de las bordadoras.

Pero los motivos podrían resumirse en: Rosas, Uvas, Pavos reales de reminiscencia China, Piñas, Flores grandes o rosetones al gusto mexicano.

Los dibujos eran propiedad de cada casa comercial, que a su vez se caracterizaba por una serie de dibujos, que pasaba a sus bordadoras en un papel de seda que debían devolver tras concluir el trabajo, teniendo prohibido repetir los dibujos para otra casa comercial que no fuera aquella que le facilitara el calco. Dichos dibujos se enseñaban al cliente en papel para que



él eligiera, así como los colores, ya fueran para los bordados o para elegir la tela base. (Aguilar Criado, E, 1998).

En España se prescindió de la iconografía oriental creando una nueva simbología, más popular y del gusto de la población española.

La fecha en que se empezaron a realizar mantones en España no se conoce a ciencia cierta, pero debe estar relacionado con la pérdida de Filipinas en 1898, y el declive de un comercio muy solicitado. Como dato exacto en que una empresa Sevillana realizó un mantón de Manila en España, fue el expuesto en la Exposición universal de 1929. La expansión de los talleres de bordadoras tuvo origen en los pueblos sevillanos, como Villaquemado. (Aguilar Criado, E, 1998).





Ilustración 164. Uvas bordadas en un mantón de Manila.



Ilustración 165. Piñas en mantón de Manila.



AMÉRICA

Las flores que se encuentran en los mantones que se han catalogado como americanos, adoptan las influencias Orientales chinas y las enseñadas por los españoles, enriqueciéndolas con su flora y fauna autóctona. Como orquídeas en el caso de las flores, entre otras y guacamayos en el caso de la fauna entre otros. Ilustración 166.



Ilustración 166. Guacamayo bordado en un mantón de Manila.



4-Proceso de bordado de un mantón

Los materiales

Los materiales que se requieren son los siguientes:

1. Tejido base, normalmente de seda natural ya teñida, crespón de China, de distintos grosores y medidas. El crespón, se utiliza en principio por dos motivos: por un lado porque las sedas naturales se escurrían de los bastidores y no facilitaban las labores de bordado. Por otro lado, porque al colocarlo sobre los hombros también se mantenía mejor en la posición que otros ligamentos como el raso, sin perder su caída. Tejidos de trama más densa y de mejor caída y brillo (Aguilar Criado, E, 1998).

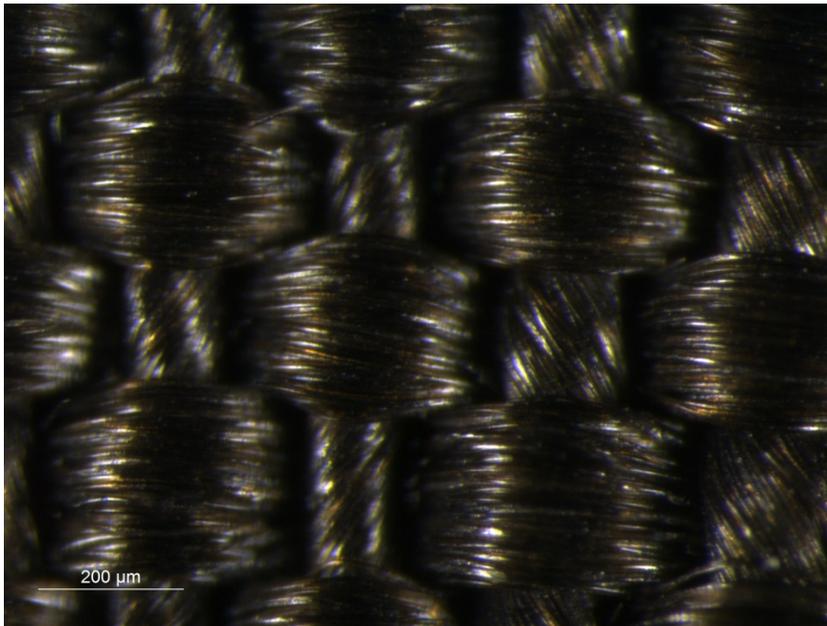


Ilustración 168. Macrofotografía del crespón de seda que se utilizó para bordar un mantón de Manila



2. Hilos de bordar, se han utilizado y utilizan de seda en diferentes grosores y torsiones, pese a que se ha encontrado de forma excepcional alguno de algodón mercerizado.

El tamaño de los mantones ha ido variando según modas pero todas ellas mantienen una forma cuadrada. Se encuentran desde 100 x 100 cm, los más pequeños, hasta 170 x 170 cm.¹⁶

Los colores

En España, cada pueblo que se dedicaba a bordar prefería una serie de colores, como por ejemplo, es típico de Cavión de los Céspedes, el rosa fuerte o fucsina. (Aguilar Criado, E, 1998).

Proceso de producción tradicional de mantones

Para bordar un mantón se necesitan dos barrotes de madera con una ranura a cada extremo a modo de ojales donde se insertan las varillas.

A continuación se describe este proceso:

- 1.Montar y atirantar la seda base en el bastidor.
- 2.Una vez seleccionado el dibujo, se traspassa a la seda base, (como suelen ser simétricos), se va calcando por cuarterones
- 3.Se borda a mano por las bordadoras.
- 4.Se refleja con hilos gruesos según épocas, y con nudos de macramé (ilustración 168).

¹⁶ No todos eran exactamente cuadrados existiendo diferencias entre lados de 0,5cm a 4 cm.





Ilustración 167. Detalle del dibujo subyacente en un bordado de un mantón.

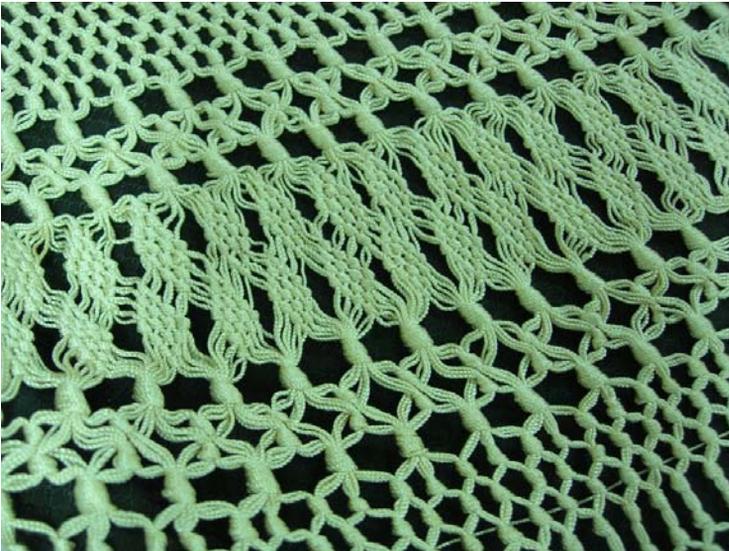


Ilustración 168 Aproximación al macramé del fleco de un mantón de Manila muy elaborado.



BIBLIOGRAFIA

AGUILAR CRIADO, Encarnación. *Las bordadoras de mantones de Manila*, Edita área de cultura del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla. Secretario de Publicaciones de la universidad de Sevilla. Sevilla, 1998.

BERTIN-GUEST, Josiane. *Chinese Embroidery. Tradicional techniques*. Krause publications. United States of America. 2003.

BLANXART Y PEDRALS, Daniel, *Problemas de tecnología textil*, Imprenta de A. Ortega, Barcelona, 1926.

BOEHN, Max Von. *Accesorios de la moda*. Salvat ediciones S.A. Barcelona-Madrid, 1950.

CAVERO, Olga. ALONSO, Joaquín. *Indumentaria y joyería tradicional de la Bañeza y su comarca*. Instituto leones de cultura, León.

CEGARRA SANCHEZ, José. *Fundamentos de la maquinaria tintorera*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 1987.

COUSINE, Claire. *Broderie and dentelle*. Francois Tedesco editeur, Paris, S. XIX.

CRAIG, C.L., Riekel, C. Comparative architecture of silks, fibrous proteins and their encoding genes in insects and spiders. *Comparative Biochemistry and Physiology BBiochemistry & Molecular Biology* 2002; 133(4):493-507.

DIAGO HERNANDO, Máximo. *LA industria y el comercio de productos textiles en Europa , S.XIy XV*. Arco libros S.L. 1998.

DOVER, Wan, *Tintorero y quitamanchas, Teñidos, lavados, blanqueos y aprestos de toda clase de tejidos nuevos y usados*, Casa Editorial Araluce, Barcelona, 1930.



FERRER, Ricardo, Tintorería, lavado y quitamanchas, Jose Monteso, editor. Barcelona, 1936.

GARCIA-NOBLEJAS, Gabriel. *Mitología de la china antigua*. Alianza editorial.Madrid. 2007.

GARCON, Jules, *La pratique du teinturier*, Gauthier- Villars et Fils, editores, Paris, 1893.

GARFIELD, Simon, *Malva. Historia del color que cambió el mundo*, Peninsula Atalaya,Barcelona, 2000.

GARSIDE1, Paul Wyeth, Xiaomei Zhang THE INHERENT ACIDIC CHARACTERISTICS OF SILK, PART II – WEIGHTED SILKS e-PS, 2010, 7, 126-131

HONG-PING Zhaoa, Xi-Qiao Fenga,* , Shou-Wen Yua, Wei-Zheng Cuib, Feng-Zhu Zoub Mechanical properties of silkworm cocoons Polymer 46 (2005) 9192–9201

HORSFALL, R.S., LAWRIE, L.G. *Tratado de tintura de las fibras textiles*, Jose Montesó editor, Buenos Aires, 1956.

JEONGJIN Kim, Xiaomei Zhang², Paul Wyeth³ THE INHERENT ACIDIC CHARACTERISTICS OF AGED SILK e-PS, 2008, 5, 41-46 ISSN: 1581-9280 web edition ISSN: 1854-3928 print edition

JOURDAIN, Margaret; SOAME JENYNS,R. *Chinese export art in the eighteenth century*. Spring books, 1967

K. ZHANG a, F.W. Si a, H.L. Duan a,b, J. Wanga,*
Microstructures and mechanical properties of silks of silkworm and honeybee. a State Key Laboratory for Turbulence and Complex Systems and Department of Mechanics and Aerospace Engineering, College of Engineering, Peking University, Beijing 100871, People’s Republic of China b Center for Applied Physics and Technology, Peking University, Beijing 100871, People’s Republic of China



LEE YW. Silk reeling and testing manual. Rome: Agricultural Services Bulletin no. 136, FAO of the United Nations, 1999 [chapter 2].

LEFEBURE, Ernest, *Embroidery and Lace*, H.Grevel and Co. Londres, 1888.

LEPETIT, Roberto, *Manual del tintorero y quita manchas*, Gustavo Gili, Barcelona, 1913.

MENA GONZALEZ, M^a Ángeles, Colección pedagógico textil de la Universidad Complutense de Madrid, consejo Social de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid 1994

LI, Lillian M. *China's silo trade: Traditional industry in the modern world 1842-1937*. Publisher by council on East Asian Studies Harvard university. Cambridge, 1981.

POSSELT, E.A., *The structure of fibres, yarns and fabrics*. E.A. Posselt editor, Philadelphia, 1891.

POZA P, Perez-Rigueiro J, Elices M, Llorca J. Fractographic analysis of silkworm and spider silk. *Eng Fract Mech* 2002;69:1035–48.

PUTTHANARAT S, Stribeck N, Fossey SA, Eby RK, Adams WW. Investigation of the nanofibrils of silk fibers. *Polymer* 2000;41: 7735–47.

RIVERA, Horacio, *Blanqueo de seda, lana, algodón, pelos, cerdas, plumas, grasas, aceites*, Editorial Hasa, Buenos Aires, 1949.

RIQUELME SANCHEZ, Manuel. *Química aplicada a la industria textil: Tintura de la fibras textiles*, Manuel Marin editor, Barcelona, 1931



RIQUELME SANCHEZ, Manuel. *Química aplicada a la industria textil: Aprestos y acabados*, Manuel Marin editor, Barcelona, 1931

RIQUELME SANCHEZ, Manuel. *Química aplicada a la industria textil: Estampado de fibras textiles*, Manuel Marin editor, Barcelona, 1931

RIQUELME SANCHEZ, Manuel. *Química aplicada a la industria textil: Blanqueo de fibras textiles*, Manuel Marin editor, Barcelona, 1931

SCHAILL GOODMAN, Frances. *The embroidery of Mexico and Guatemala*. Chaeles Scribner's Sons, New York 1976.

SINGER, Max. *La Teinture moderne*, Gustave Weigel, editeur, Estados Unidos, 1875.

SORIA Y SANCHEZ, Filiberto. *Pequeña enciclopedia de química industrial práctica: Tinte y estampado*. Librería editorial de Bailly- Bailliere e Hijos. Madrid, 1902.

STONE, Caroline. *Sevilla y los mantones de Manila*. Colección Giralda, área de cultura del Ayuntamiento de Sevilla, Sevilla, 1997.

TAMURA, Shuji, *Japanese Embroidery*. Yhe japanese embroidery center. 1998.

THOMPSON, Eliza B. *Merchandise Manual Series, Silk*. The Ronald Press company, New York, 1922.

VALLUZZI, R., Winkler, S., Wilson, D., Kaplan, D.L. *Silk: molecular organization and control of assembly*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B- Biological Sciences 2002; 357(1418):165-167.



VV.AA, Threads of Light, Chinese embroidery from Suzhou and the photography of Robert Glenn Ketchum. Fowler museum of cultural history textile series , Los Angeles.1998.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

<http://primaltrek.com/IMPLIEDMEANING.html>. 23/06/2014.

<http://historiachinaysudinastias.blogspot.com.es/2008/05/orden-cronologico-de-las-dinastias-chinas.html> 14/09/2008







*E- Estado de
conservación y estado
actual de los procesos de
restauración*

Cuando hablamos del estado de conservación de una obra de arte nos referimos a las condiciones en que se encuentra en el momento del análisis. Este está directamente relacionado con una serie de factores externos e internos que marcarán sus niveles de conservación.

Existe una realidad de la que no escapa ninguna pieza, el envejecimiento, o lo que es igual *el conjunto de procesos y cambios irreversibles que sufren los objetos durante la exhibición y almacenamiento. Las causas del envejecimiento son muy diversas. Algunas veces son congénitas a la propia naturaleza del soporte, en ocasiones, son de origen externo, como ocurre con los factores del medioambiente.* (Vaillant, M., y Valentín, N., 1996, p. 43)

Este proceso degenerativo se ve reflejado en distintos signos o indicadores:

- ✓ Amarilleamiento y oscurecimiento de la obra textil
- ✓ Pérdida de elasticidad
- ✓ Manchas de diferentes tipos

El envejecimiento del mantón de Manila es evidente, cumple las premisas de falta de elasticidad de la seda y su amarillamiento.



*Dichas reacciones pueden tener origen químico, físico, biológico y/o combinaciones de todas ellas, están influenciadas por los factores del medio ambiente y provocan diferentes tipos de alteraciones.*¹

Los mantones de Manila desde el momento mismo en que son creados sufren un proceso de deterioro real provocado por el uso y su exposición a ambientes poco adecuados así como un mal almacenaje. Todo ello provoca en nuestras piezas unos deterioros característicos.

Factores internos

Son factores intrínsecos a las piezas siendo en muchos casos irreversibles, variando según la naturaleza y la técnica de ejecución de cada obra.

Composición, técnica y calidad de los materiales constitutivos

A partir del estudio de la seda y sus procesos de manufactura se podría pensar que los tratamientos químicos puedan, de alguna manera, agilizar el proceso de deterioro de esta.

Dentro de estos factores cabría destacar también los deterioros producidos por una mala ejecución de las piezas, en cuanto a calidad del bordado o del flechado, que producirán un deterioro por la ineficacia de la técnica empleada. Tal es el caso, que se puede dar la pérdida parcial de superficies bordadas, dejando a flote el dibujo subyacente de estas.

Otro de los deterioros que afectan a los mantones es el rasgado de la tela base por el excesivo peso del bordado, lo que evidencia un desacierto por parte del creador en la elección de un soporte textil tan débil para un proceso de bordado tan denso, Producirá desgarros en la seda base alrededor de los bordados. Siendo este uno de los deterioros más comunes en los mantones

¹ Milagros Vaillant Callol



de principios del S. XX en donde los bordados aumentan considerablemente de tamaño.



Ilustración 1. Detalle de un mantón de Manila, el dibujo del bordado se realizó mediante puntadas, a las que se le sobrecosía el punto de satín o realce, para darle más consistencia y cuerpo, aparte de para ayudar a la bordadora en el encaje y forma del bordado



Ilustración 2. Rotura de la tela base por el peso del bordado.



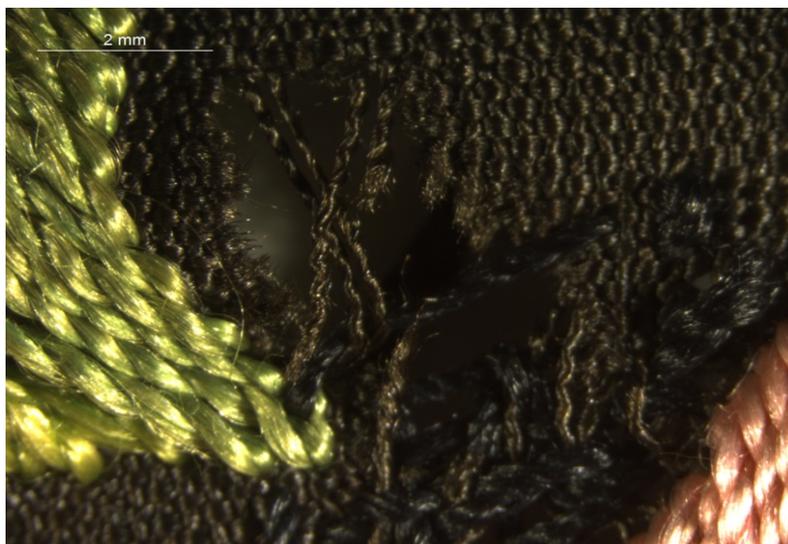


Ilustración 3. Rotura de la tela base por el peso del bordado.

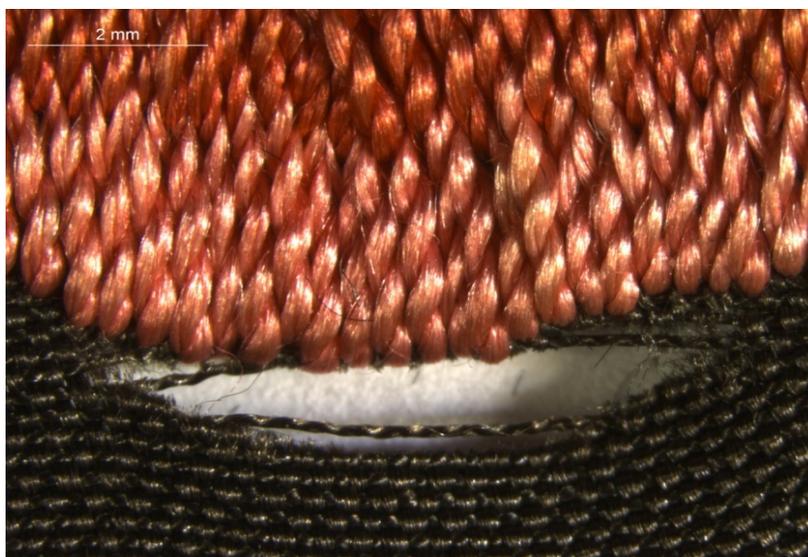


Ilustración 4. Deterioro característico de rasgado por el perímetro del bordado.

201



Desde el punto de vista del tejido base dentro de los procesos de producción pueden existir una serie de anomalías en los mantones: en la hilatura, en el tisaje o en aditivos químico

En la hilatura

FALTA DE CABOS

Se observa que el hilo es más fino de lo que se esperaba.

Posibles causas:

- Pérdida por rotura de uno o varios cabos en un proceso de trabajo (trascanado, etc).



Ilustración 5. Tela base de un mantón de Manila donde se ven hilos más finos.

202



HILO GRUESO

Se observan hilos con sección transversal o diámetro aparente superior al esperado.

Posibles causas:

- Hilas viejas o deterioradas por el uso
- Obstrucción de las hilas por suciedad
- Presión irregular del polímero al paso por las hilas

También se conoce como:

- ✓ Crins



Ilustración 6. Tela base de un mantón de Manila con hilos más gruesos y nudos

203



En el tisaje

ASCAT

Varios hilos de urdimbre o trama aparecen incorrectamente ligados, dicho defecto es irreparable. Posibles causas pueden ser:

- ✓ Se rompe una arcada o hay suciedad y no permite trabajar correctamente la calada.
- ✓ Cuando un hilo de urdimbre se rompe, se detiene el telar porque bajan las laminillas; pero puede que éstas no bajen porque el hilo, en vez de romperse se va desfibrando.
- ✓ Mala evolución del porta tramas al quedar en reposo después de haber dejado varias pasadas desligadas.

Este deterioro también se conoce como:

- ✓ Roturas repetidas de trama
- ✓ Ligamento defectuoso
- ✓ Loro
- ✓ Salpicadura
- ✓ Escaho



Ilustración 7. Tela base de mantón de Manila con defecto en el ligamento.

204



AVIESADO

Deformación en el tejido. La urdimbre se mantiene constante a largo de toda la longitud de toda la pieza pero no guarda correctamente la perpendicularidad con la trama. En la manta, el artículo presenta forma romboidal en vez de rectangular.

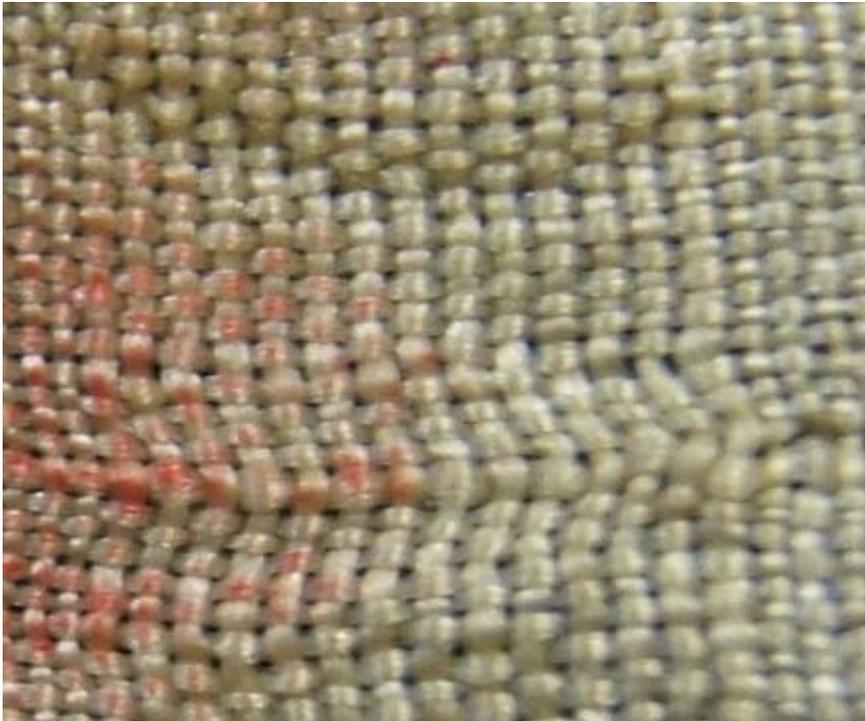


Ilustración 8. Tela base de mantón de Manila en donde el ligamento no mantiene la perpendicularidad en algunas zonas.

205



CLARO

Densidad de pasada demasiado pequeña. Se ven en el tejido unos lugares más o menos transparentes. En casos extremos sólo hay unos pocos hilos por centímetro. Este defecto en forma de barra se extiende generalmente en toda la anchura del tejido.

Posibles causas:

- ✓ Mal ajuste del mecanismo de retención del arrollador
- ✓ Incorrecta tensión de los hilos del plegador
- ✓ Desajustes del arrollador y desarrollador

También se conoce como:

- ✓ Clarura
- ✓ Clara
- ✓ Marca de puesta en marcha
- ✓ Marca de inicio de tisaje
- ✓ Marca de arranque
- ✓ Marca de batido
- ✓ Marca de regulador
- ✓ Densidad de trama irregular
- ✓ Número de pasadas variable
- ✓ Porciones delgadas
- ✓ Bandas
- ✓ Bandas por trama
- ✓ Fajas por trama
- ✓ Listas por trama
- ✓ Marca
- ✓ Marca de arranque
- ✓ Raport distinto





Ilustración 9. Tela base de mantón de Manila con bandas de claro.

Aditivos químicos

Se utilizan diferentes sustancias químicas para mejorar algunas propiedades de los tejidos, tales como agentes blanqueadores, adhesivos, colorantes y otras. Estas sustancias provocan efectos indeseables en el envejecimiento. Hecho este muy relevante teniendo en cuenta los procesos químicos tan agresivos a que eran expuestos o tejidos bases de los mantones de Manila.



ACIDEZ

Facilita los procesos degenerativos de la mayoría de las obras de arte. Proviene de dos fuentes:

1. Condiciones atmosféricas externas (Vaillant, M, Doménech, M.T. y Valentín, N, p. 96)
2. De componentes químicos de cada obra

1. Condiciones atmosféricas externas

Estos factores pueden a su vez crear deterioros en las piezas irreversibles, deben ser controlables y evitables.

Humedad relativa del aire

La seda es un material higroscópico, es decir, se hincha cuando absorbe agua y pierde flexibilidad volviéndose quebradiza si la pierde, produciendo unas fluctuaciones mecánicas poco recomendables.

A partir de esta premisa, cualquier oscilación en los niveles ambientales de humedad supondrá un estrés en la fibra que trasladará al hilo y al tejido provocando deformaciones. Por otro lado, las diferentes tensiones entre el bordado, que en ocasiones es de algodón con índices de higroscopicidad diferentes, ejercen alteraciones que pueden llegar al rasgado.

Con las fluctuaciones de la humedad relativa, estas tensiones pueden convertirse en ciclos de fatiga que originarán diferentes daños estructurales (ilustración 10)

208





Ilustración 10. Bordado en un mantón de manila, en la que se observa las tensiones y deformaciones debido a la humedad relativa alta.

Provoca un deterioro en las piezas irreparable, en casos tan extremos como en la Ilustración 10, donde se hace patente un cambio de dimensiones, conforme va fluctuando la humedad ambiental.

A su vez, un elevado grado de temperatura puede ser un caldo de cultivo ideal para el desarrollo de agentes biológicos y microorganismos.



Contaminantes atmosféricos

Según Vaillant, et al, El aire puro contiene oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, dióxido de carbono y otros gases, que participan en las diferentes reacciones moleculares de las sustancias constituyentes de los objetos y colecciones de valor cultural, por lo que su contaminación química los convierten en un potente agente destructor del patrimonio cultural. Esta acción puede ser notablemente acentuada por las impurezas aportadas por el hombre.

(Vaillant, M, Doménech, M.T. y Valentín, N, p. 101)

El oxígeno, el ozono y los ácidos provocan procesos de hidrólisis en la proteína de la seda, proceso que se acelera con una temperatura alta, una humedad elevada y una sobre exposición a la luz.

Estos contaminantes los podríamos dividir en dos:

1. Gases agresivos
2. Partículas sólidas en suspensión, (Mantilla de los Ríos, Ma. S., 2001) la suciedad supone un doble problema, por un lado su acción física que puede llegar a la destrucción del tejido y por otro, el proceso químico destructivo que genera sobre el sustrato material. (Vaillant, M, Doménech, M.T. y Valentín, N, p. 187)

Temperatura

La velocidad de los procesos químicos que provoca el envejecimiento, se acelera por el incremento de la temperatura. El calor acelera la degradación de la celulosa y las proteínas propiciando el desarrollo de los agentes biológicos del deterioro.



Luz

Toda exposición de un mantón a cualquier tipo de radiación lumínica le provoca una fotodegradación, que se manifiesta no sólo con una degradación del color, de la fibra y el tinte, si no con una pérdida de las propiedades mecánicas.

Las más dañinas son las radiaciones ultravioletas e infrarrojas. Las alteraciones que estas provocan son irreversibles, por lo que se ha de tener muy en cuenta este factor a la hora de mantener unas condiciones adecuadas de conservación. (Vaillant, M, Doménech, M.T. y Valentín, N).

Provoca decoloraciones y efectos similares a los de la temperatura elevada. En los mantones de Manila es muy común encontrar el envés de la pieza en mejor estado de conservación que el haz, puesto que no ha estado expuesto a la acción de la luz. Así que los colores de la tela base y los bordados reflejan de una manera más fidedigna su naturaleza primaria en el envés que en el haz.

La fotodegradación se evidencia en una decoloración originada por las radiaciones visibles mientras que las radiaciones ultravioletas son las responsables del amarillamiento, debido a la descomposición de la fibroina por oxidación ²(ilustraciones 11 y 12).

² Sofia Vicente Palomino, tesis





Ilustración 11 -12. Envés y has de una flor bordada de un mantón donde podemos ver la diferencia cromática.

Ventilación

La ventilación va a suponer otro factor a tener en cuenta, puesto que en espacios donde no existe, proliferan microorganismos y condensaciones indeseadas. Es muy común encontrar esta problemática, dado que pueden ser almacenadas en contenedores plásticos, en cajas de cartón o de madera en lugares ácidos o con poca o nula ventilación.

Dichas condensaciones pueden provocar decoloración o migraciones de los tintes inestables de los bordados (ilustración 13).





Ilustración 13. Migración del color en el bordado de un mantón de Manila.

Factores biológicos

Es el agente que más daño y destrozos provoca de manera general en los tejidos y en nuestros mantones en particular, llegando a producir daños que afectan mecánica y cromáticamente los materiales y destruyendo la cadena polimérica.

De entre los insectos que pueden ser mencionados: la *Tineóla bisselliensis* (polilla de los vestidos), *Antrenus verbasci* (escarabajo de los tapices) y *Attagenus pelio*. (Vaillant, M, Doménech, M.T. y Valentín, N. p. 188) En el campo de los hongos resultan muy dañinos los hongos celulolíticos y proteolíticos (Rebrikova, L., 1978).

2.13



La aparición de manchas, generalmente está asociada a la producción durante su metabolismo de ácidos, enzimas, así como pigmentos de hongos y bacterias. Han sido reportadas algunas especies, pertenecientes a los géneros *Trichoderma*, *Sporotrichum*, *Aspergillus* y *Penicillium* (Pérez, C, Vaillant, M., y Vicente, S., 1996). Una vez establecidos, en poco más de una semana se desarrollan y producen sus respectivos daños. (Vaillant, M, Doménech, M.T. y Valentín, N. p188).

Inadecuada manipulación

Cuando hablamos de piezas de indumentaria, hemos de ser conscientes de que no se trata de piezas que necesariamente han sido consideradas como obras de arte, por ello han sido y siguen siendo llevadas y mal llevadas.

Como consecuencia la variedad de deterioros inducidos por malas manipulaciones e intervenciones es enorme.

Estos deterioros podrían ser clasificados de la siguiente manera:

La oxidación y la perforación de la tela base por la colocación de alfileres gruesos para sujetar el mantón y la colocación de broches de demasiado peso para una seda incapaz de sustentarlos, deformándola e incluso llegando a producir pérdida de materia de trama o urdimbre. En muchas ocasiones estos elementos metálicos no se retiran tras su utilización provocando oxidaciones en el tejido.

El rasgado de tela base, por enganchones y desgarros produce un desmembramiento de la trama y la urdimbre e incluso provoca pérdida material de una o las dos.





Ilustración 14. Deterioro parcial de parte de un bordado de un mantón de Manila producido por un enganchón.

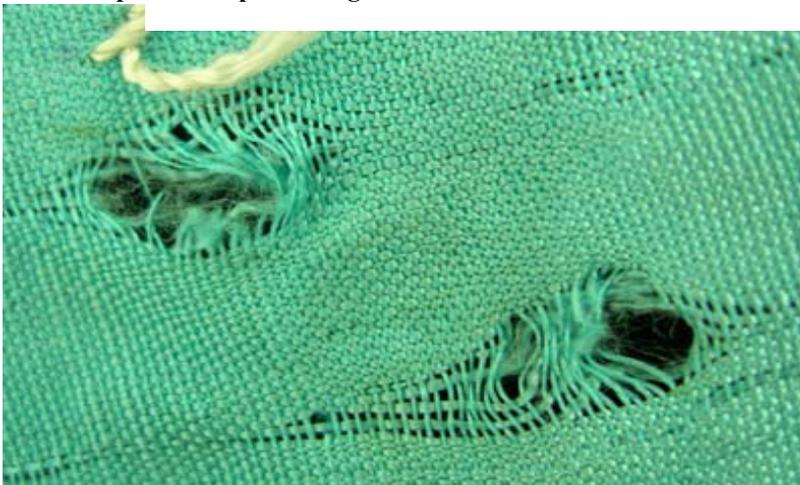


Ilustración 15. Detalle de un mantón de Manila, donde se ve perfectamente el efecto que tiene un alfiler o aguja sobre la su tela base.

2.15





Ilustración 16. Detalle de un mantón donde una inapropiada manipulación ha llegado a rasgar su tela base.



Ilustración 17. Pegado de una entretela de celulosa para consolidar la tela base de un mantón de Manila.

216





Ilustración 18. Detalle de un mantón en donde se ve claramente un desgarro en la tela base.



Ilustración 19. Restauración antigua en un mantón de Manila.

217



La pérdida de fleco, debido a enganchones ocasionados por una inadecuada manipulación de la prenda en conjunto y por una mala colocación, provocando arrastres y enganchones del mismo, deshaciéndolos o desanudándolos.

Dicho deterioro también puede ser por una limpieza muy agresiva de la zona del macramé y el fleco, provocando una debilitación de este hasta extremos de la desintegración del mismo (ilustraciones 19-1, 20 y 21).



Ilustración 19-1. Detalle del fleco de un mantón desgarrado el macramé por culpa de una agresión con calor.





Ilustración 20-21. Detalle del fleco de un mantón desgarrado el macramé. Y con una limpieza agresiva abajo.



219



El tipo de **suciedad** es un apartado muy importante dentro de los deterioros producidos por un mal uso o por un mal almacenamiento de las piezas. Dicha suciedad se podría dividir en: (Pertegato, R: op ciL, pp. 50-55)

✓ Compuesto principalmente de polvo y suciedad que se adhiere al tejido sólo por unión electroestática, (Palomino, S. p.35). siendo una mezcla de: Células muertas de piel, fibras textiles, compuestos orgánicos, grasa de la fracción de los hidrocarburos incombustibles, sales, cristales de sílice, esporas microbianas,...(Palomino, S. p.35).Estos componentes son higroscópicos, lo que favorece un ambiente perfecto para la proliferación de microorganismos. También se une a esto la acción corrosiva que tienen las sales sobre las fibras.

○ Compuestos de sales inorgánicas, (Palomino, S. p.36). sobre todo alcalinas, y de muchos compuestos orgánicos de bajo peso molecular (ácidos orgánicos, azúcares).

○ La mayoría de los residuos que encontramos, aceites combustibles, grasas animales y vegetales, residuos de la transpiración y del contacto con el cuerpo, azúcares, engrudos, colas, proteínas, manchas vegetales, muchas tinturas ácidas, materiales condensados en el vapor, humo del aire,... *Muchos de estos compuestos son ácidos, derivados de la oxidación de las sustancias naturales. Con el lavado pueden ser.* (Palomino, S. p.36).

✓ Depósitos proteínicos, Suciedad difícil de eliminar en nuestras piezas puesto que son elementos proteínicos se debilitarían a la vez que lo hace del material constituyente de estos. Manchas de sangre, derivados de la descomposición del cuerpo, gelatina, almidones, azúcares.

✓ Manchas producidas por la oxidación de metales sobre las fibras y transformando sustancias orgánicas en colorantes naturales. (Palomino, S. p.37).

220



- ✓ Manchas de tinta
- ✓ Colorantes insolubles
- ✓ Productos de degradación de la celulosa (Palomino, S. p.37).
- ✓ Aceites no secativos *Son ésteres de ácidos grasos saturados, fácilmente solubles en disolventes orgánicos y emulsionables en soluciones acuosas calientes.* (Palomino, S. p.37).
- ✓ Masa endurecida resultante de polimerizaciones irreversibles
- ✓ Sustancias minerales mordentadas accidentalmente
- ✓ Productos resultantes de la deshidratación natural o química.



Ilustración 22. Manchas en un mantón de Manila.

221





Ilustración 23. Mantón de Manila muy deteriorado por manchas.



Ilustración 24. Detalle de un mantón manchado con esmalte de uñas.

L. L. L.





Ilustración 25. Mantón de Manila con un estado de conservación muy degradado, como muestra la tela base con una abundancia extrema de manchas.

223



Mal almacenamiento

- Almacenamiento plegados o en forma “de bola”, propiciando la formación de pliegues que debilitan la seda base y acaban rasgándola. Y más si a esto se añade la humedad relativa oscilante, la falta de ventilación y el calor.



Ilustración 26. Detalle de un mantón de Manila, en donde podemos ver el efecto de un mal almacenamiento de la pieza expuesta a humedad y plegada.

224



- La aparición de **manchas** producidas por la migración de las sustancias ácidas de la madera al tejido.



Ilustración 27. Mantón de Manila muy alterado de manchas.

225



Malas intervenciones

- Decoloraciones por la aplicación de limpiezas demasiado agresivas para los tintes. Observándose en mantones que sólo se percibe esta decoloración en el haz, quedando el envés intacto. Lo que nos lleva a pensar que se aplicó una limpieza en seco por esa cara dejando intacta la opuesta.



Ilustración 28. Detalle de un mantón expuesto a una limpieza química mal aplicada dejando hilos decolorados a medias, intactos en su color original, el de arriba, y totalmente decolorados el rosa de abajo.

L. L. L. b





Ilustración 29. Detalle del mismo mantón que la ilustración anterior con el mismo efecto en los tonos azules de decoloración.

- *Parches* cosidos o pegados con una variedad sorprendente de adhesivos.



Ilustración 30-31. Detalles de parches encontrados en un mantón, adheridos con cola y cosido. Las telas de los dos parches son de distintos grosores y calidades, de aquí una mas transparente que la otra.

227



- Los zurcidos normalmente están realizados con hilos inadecuados, que abren y comprimen el tejido base de forma incorrecta, provocando entre otros problemas un estado de estrés en las fibras del tejido.



Ilustración 33. Zurcido en un mantón de Manila.

- Falta de resistencia de los flecos, debido a malos tratamientos de restauración con lavados agresivos y mala manipulación..
- Otro deterioro común en la actualidad, causado por la avaricia y de la alta cotización de los mantones en el mercado, es encontrarlos cortados por la mitad en forma de pico. También se solía llegar a esa solución cuando se heredaban.
- Migración de colores provocados por una limpieza incorrecta, que provoca el corrimiento de los tintes inestables de algunos colores, tiñendo las telas bases.
- Migración de color producida por el contacto con otras prendas de tintes inestables, potenciados por una humedad relativa elevada.

228





Ilustración 34. Detalle de un mantón donde apreciamos una migración de color de alguna pieza en contacto.

229





Ilustración 35. Mantón de Manila manchado por migración de alguna sustancia adyacente. .

23





Ilustración 36. Mantón de Manila cortado por la mitad, así de uno hacen dos.

2-Condiciones óptimas de conservación

Dada la importancia que los efectos citados provocan sobre las piezas, es necesario establecer unas condiciones óptimas de conservación.

La humedad relativa (HR)

Centrándonos en los textiles y en nuestro caso la seda para asegurar un buen estado de conservación de sus fibras, la humedad relativa debería mantenerse en un valor alrededor 50%, teniendo en cuenta que una humedad inferior al 40%

231



provocaría la pérdida de la humedad estructural de los tejidos³ y un valor superior al 65% máximo, favorecería la proliferación de microorganismos. El rango óptimo sería de un 50 \pm 5% a una temperatura de 18 \pm 2°C, no teniendo nunca una oscilación superior a 2-3%.⁴ Además, cualquier cambio brusco sería muy nocivo para las piezas, por los factores ya mencionados, teniendo que poner especial cuidado en su proceso de almacenaje.

Partículas sólidas en suspensión

Son muy nocivas para el tejido posándose en él, y afectan a su estabilidad e integridad. Para eliminarlas deben almacenarse protegidos y realizar limpiezas periódicas.

Temperatura

El calor es muy nocivo para la seda y en general para los tejidos proteínicos, acelerando su degradación y la proliferación de microorganismos. Un aumento de la temperatura trae consigo una disminución de la resistencia.⁵

El intervalo óptimo aconsejado sería de 18 \pm 2°C con una fluctuación de 1,5°C.⁶

Iluminación

La luz solar emite tanto rayos ultravioletas como infrarrojos, la luz fluorescente emite ultravioletas y las bombillas incandescentes emiten radiaciones infrarrojas. Por ello, la luz solar directa no debe incidir sobre los textiles; las ventanas y las lámparas de la instalación deberán tener filtros apropiados. El nivel de iluminación debería ser restringido a 50-100 luxes, el menor tiempo posible, y ninguna deberá ser con radiación ultravioleta (Kajitani, N., 1993).⁷

³ Tesis doctoral Sofía Vicente Palomino pp124

⁴ Tesis doctoral Sofía Vicente Palomino pp126

⁵ Tesis doctoral Sofía Vicente Palomino pp132

⁶ Tesis doctoral Sofía Vicente Palomino pp135

⁷ M. Vaillant, M.T. Doménech y N. Valentín, p. 188

232



Ventilación

Constará de un flujo no superior a 0.3 m/s⁸. Suministrando aire fresco o eliminar el estancado, logrando eliminar el aire contaminado. Deberán realizarse inspecciones periódicas de las piezas para detectar posibles deterioros por diversas causas.

La conservación de esta prenda se ve limitadas al hecho de encontrarnos ante un elemento de indumentaria textil que tiene que seguir siendo usado, para no perder su sentido y no fomentar su desaparición.

233

⁸ Tesis doctoral Sofia Vicente Palomino



FICHA TÉCNICA

Cuando un restaurador se enfrenta a una obra textil, lo primero que ha de valorar es la pieza en si misma a todos los niveles. Siendo indiscutible la necesidad de la realización de una serie de análisis de materiales, formas y técnicas que sobreactúan en la pieza. Para apoyo de este complejo paso en la actualidad existen múltiples tesauros, bases de datos de instituciones nacionales e internacionales que nos ayudan a situar las obras del patrimonio y describirlas según la terminología adecuada por medio de la categorización. En nuestro caso, hemos considerado que el sistema que se está llevando a cabo por el Ministerio de Cultura de unificar la terminología, descripción y fichas de las obras del patrimonio a través del CER. ES⁹ y con el sistema DOMUS, es muy recomendable para empezar y completar con otros thesaurus como el de la Getty etc, así como con diferentes diccionarios específicos de esta área.

De esta forma se ha desarrollado una ficha que partiendo de la utilizada por el DOMUS¹⁰ para los museos del Ministerio de

⁹ CER.ES (*Colecciones en Red*) es un catálogo colectivo en línea, que reúne información e imágenes de una importante selección de los bienes culturales que forman las colecciones de todos los museos integrantes de la *Red Digital de Colecciones de Museos de España*. CER.ES permite realizar búsquedas generales y avanzadas en todos los museos o en una selección realizada por el usuario. Es posible consultar en el catálogo de cada uno de los museos o en una o varias agrupaciones por tipología de museo, ubicación geográfica o titularidad. (<http://ceres.mcu.es/pages/SimpleSearch?index=true>)

¹⁰ DOMUS es un sistema integrado de documentación y gestión museográfica desarrollado por el Ministerio de Cultura (Subdirección General de Museos Estatales y Subdirección General de Tecnologías y Sistemas de Información). Se trata de una aplicación informática para el catálogo y gestión de los fondos museográficos y documentales de los museos, que nace a partir del informe "Normalización Documental de Museos: elementos para una aplicación informática de gestión museográfica", Ministerio de Cultura, 1996, en el que se recogía el análisis funcional y los requerimientos necesarios para la construcción de un sistema informatizado de documentación según un modelo normalizado propuesto. DOMUS facilita un modelo normalizado de estructuras de información para

234



Educación y Cultura, se adapta a las características específicas concretando u omitiendo los epígrafes necesarios para poder plasmar toda la información que exige la obra textil para llegar a su conocimiento de forma clara y bien estructurada.

La primera parte es la clasificación genérica que ubica estas obras como "*complementos de indumentaria popular de hombros, incluso de busto*", esta primera describe y sitúa de forma precisa la obra, a partir de esta parte, se trabaja sobre tres partes formales determinadas, el tejido base, el bordado y el fleco, cada una con su técnica y sus materiales. Dentro de cada apartado se ha realizado una búsqueda por materiales y técnicas, haciéndonos ver a su vez la correlación de una técnica con otra y de unos materiales con otros.

el inventario y catalogación de fondos museográficos y documentales, así como un mecanismo automatizado de los procesos de gestión que los museos realizan en el ejercicio de las funciones que tienen encomendadas. (<http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/museos/funciones-de-los-museos/documentacion/documentacion-de-colecciones.html>)

235



FICHA TÉCNICA ADAPTADA - MANTÓN DE MANILA		
DATOS IDENTIFICATIVOS		
FOTOGRAFÍAS	Origen/dueño	
	Inventario	
	Clasificación Genérica	Indumentaria tradicional; Indumentaria femenina; Complementos de hombros
	Objeto/ Documento	Mantón
	Tipología/ Estado	Mantón de Manila
	Materia/ Soporte	Seda
	Técnica	Bordado a la aguja Crespón
	Dimensiones	
	Descripción	
	Iconografía	
	Datación	
	Lugar de ejecución	
	Contexto Cultural/Estilo	
	Sellos, etiquetas, firmas...	
	Bibliografía	
	Catalogación	

236



TEJIDO BASE. Materiales constitutivos

Color	Trama: Urdimbre:
Material	Trama: Urdimbre
Ligamento	Trama discernible: SI-NO Doblado: SÍ-NO Nº de cabos: Torsión: en S- en Z Urdimbre discernible: SÍ-NO Orillo telar: SI-NO Nº de cabos: Torsión: en S- en Z
Densidad	Hilos/cm2
Medidas	cm x cm
Observaciones	

FLECO. Materiales constitutivos

Medidas	Macramé: Fleco: MEDIDA TOTAL:
Unión con la tela base	Cosido directo: SÍ-NO Sobrepuesto: SÍ-NO
Torsión	En S o En Z
Material	
Color	
Observaciones	
Dibujo del macramé	

237



BORDADO. Materiales constitutivos

Superficie bordada	Una esquina/ Dos esquina/ Cuatro esquinas Reversible/ No reversible
Hilo	Torsión SI-NO-Ambos En S o En Z Nº de cabos Tonos:
Morfología	Flora Fauna Escenas
Puntadas reconocibles	

IDENTIFICACIÓN DE FIBRAS TEXTILES

Nº de muestras analizadas	Técnica analítica:
Localización:	Resultados

Tras el estudio pormenorizado de la pieza, dejamos constancia escrita de todos aquellos deterioros producidos en las obras por distintos motivos. Se ha visto interesante cara a un correcto informe, adjuntarlo a la ficha técnica anteriormente nombrada, pudiéndose realizar un apartado dentro de él, nombrando aquellos deterioros más comunes que suelen aparecer en la mayoría de los mantones de Manila.

238



CAUSAS APARENTES DE DETERIORO

Manipulaciones defectuosas:	Intervenciones anteriores/ zurcidos
Almacenaje inadecuado	Uso actual de la pieza
Envejecimiento matérico	

ESTADO DE CONSERVACIÓN

	Tejido Base	Bordado	Fleco
Ataques biológicos			
Depósitos de polvo y suciedad			
Estado de las fibras			
Perforaciones de alfileres.			
Roturas y desgarros.			
Decoloraciones			
Descosidos			
Antiguas intervenciones			
Manchas			

A su vez y para dejar cerrada la parte de la ficha técnica la aumentaremos de forma esquemática adjuntando los procesos de restauración al que ha sido sometida. Quedando así todo el apartado de documentación completo a falta de añadir seguimiento fotográfico y analítico.

239



PROCESO DE INTERVENCIÓN

TRATAMIENTOS DE LIMPIEZA
Sujeción del fleco
Sujeción de la tela base y el bordado
Micro aspiración total o parcial
Pruebas de solidez de colorantes: <ul style="list-style-type: none">• Tela base• Fleco• Bordado
Resistencia de las fibras: <ul style="list-style-type: none">• Tela base• Fleco• Bordado
lavado total o parcial
Productos y proporciones
Tratamientos puntuales de manchas <ul style="list-style-type: none">• Localización y material
ALINEAMIENTO DEL TEJIDO
Proceso
Secado
CONSOLIDACIÓN
Descosido de zurcidos:
Puntos de restauración
Tintura de tejido de soporte: <ul style="list-style-type: none">• Material• Tinte• Porcentajes
Forración: Total o Parcial
Fijación puntual de hilos: <ul style="list-style-type: none">• Material
REFLECADO
Material



Con todos estos datos se puede empezar el proceso de restauración o intervención real sobre la pieza, siempre bajo los parámetros de legitimidad, estabilidad y reversibilidad de los tratamientos de restauración.

Croquis

Son básicos de cara a una restauración para saber en todo momento donde se encuentra el deterioro o los deterioros que presenta o padece. Ayudándonos a su vez, con un solo vistazo, a saber como se encuentra la pieza en la que vamos a intervenir.

Cada mantón presenta una serie de deterioros y características personales, que condicionan su croquis. Así que lo único que se puede generalizar es una leyenda que se irá aplicando a cada mantón.

Realizaremos como mínimo dos croquis:

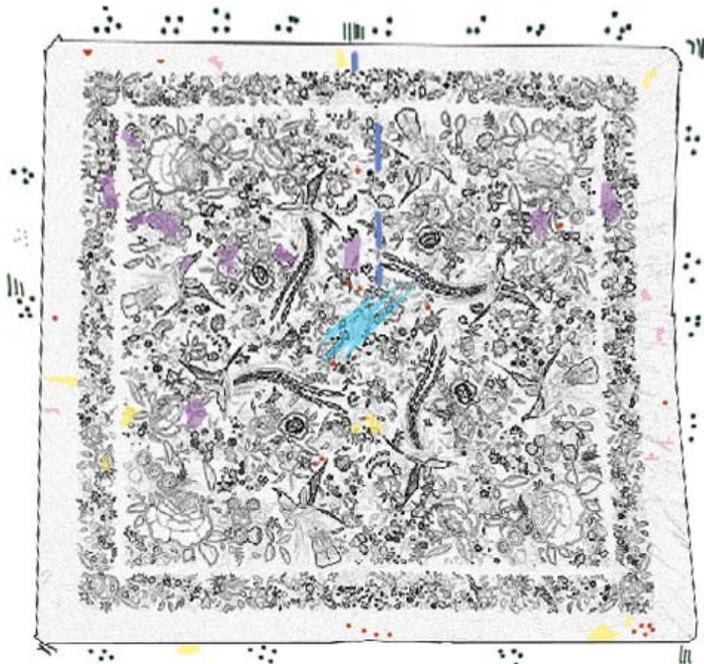
- ✓ Croquis iconográfico y morfológico, en donde colocaremos todos aquellos datos acerca de su flora, fauna,... Su distribución sobre la tela base, si en pareados o diagonales, marcando las esquinas iguales.
- ✓ Croquis de daños. Marcaremos todos sus deterioros y su localización exacta en la pieza. Dividiremos los daños en:
 - Internos
 - Externos

Adjuntaremos a continuación algunos ejemplos de leyendas de ambos dos croquis, aplicados a varios mantones.



Croquis de daños

	Zurcidos		Oxidación matérica
	Parcheados pegados		Pérdida de bordado
	Parcheados cosidos		Decoloración por exposición lumínica.
	Manchas de grafito		Decoloración por agentes químicos.
	Manchas de sudor		Mini perforaciones por agujas, alfileres o broches.
	Manchas de sangre		Rasgado de la seda por el peso del bordado.
	Manchas grasas		Perdida de fleco
	Manchas indefinidas		Desgarros en el fleco
	Manchas por oxidación.		
	Hongos		
	Rotos de desgarros		
	Degradación natural de la seda.		
	Hilos sueltos		
	Perdida de material		



342

Ilustración 37. Croquis de daños y descripción.



Croquis morfológico



■ Escenas iguales

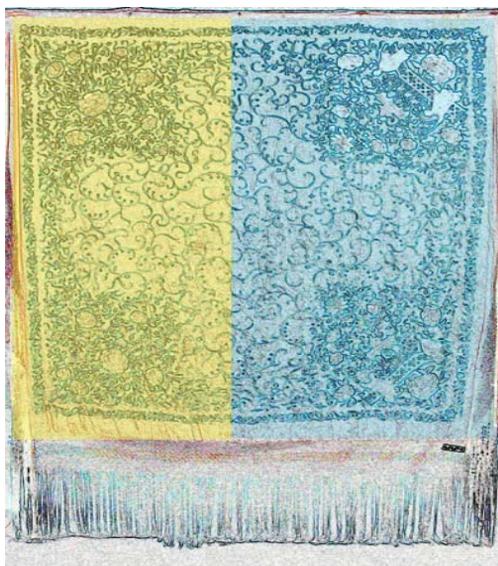


Ilustración 38. Croquis morfológico mantón de Manila.



Ilustración 19. Croquis morfológico mantón de Manila.



E-Estado de conservación y estado actual de los procesos de restauración



BIBLIOGRAFÍA

ALCÁNTARA , Rebeca. *Standers in preventive conservation: meanings and applications*. ICRROM, 2002.

BLUME, Herman. *Tintes y tejidos*. Joyce Storey. Londres 1978.

BRANDI, Cesare, *Teoría de la restauración*, Alianza Forma, Madrid 2003.

CALVO, Ana, *Conservación y restauración . Materiales, técnicas y procedimientos de la A a La Z*.Ediciones Serval, Barcelona, 2003.

CASTANY SALADRIGAS, F. *Analisis de tejidos*.Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 1944.

DAVILA CORONA, Rosa M^a, DURAN PUJOL, Monserrat, GARCIA FERNANDEZ, Máximo. *Diccionario histórico de tela y tejidos*. Junta de Castilla y León consejería de cultura y Turismo. 2004.

GARCERÁN ESCOBET, Vicente. *Tecnología del tejido. Tomo I. Teoria de tejidos*. Tarrasa, 1960.

J. GILABERT, Eduardo. *Química textil. Tomo I. Materiales textiles*. UPV editorial. Valencia. 2002.

LANDI, Sheila, *The textile conservator's manual*.Bautterworth Heinemann. Oxford. 1999

MASDEU, Carmen; MORATA, Luz, *Restauración y conservación de tejidos*, Ed. Centro de documentación y museo textil de Tarrasa. Barcelona, 2000.

PERTEGATO, Francesco. *I Tessili degrado e restauro*. Nardine editore. Florencia. 1993.



VAILLANT, M. DOMENECH, MT. VALENTÍN RODRIGO, N. *Una Mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*. UPV editorial. Valencia.

.VV.AA *Tecniche di conservazione degli arizzi*. Leo s. Olschki Editore. Florencia. 1981.

VV.AA *La conservation des textiles anciens*. Journées d'études de la SFIIC. Angers. 1994.

VV.AA. *The conservation of tapestries and embroideries*. Bruselas, Bélgica. The Getty Conservation Institute, 1987.

TESIS DOCTORALES

VICENTE PALOMINO, Sofia. *La conservación y restauración de textiles, evolución y avances técnicos: Los grandes tapices de la Seo de Zaragoza*. Tesis doctoral. Escuela de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1998.







F-PARTE EXPERIMENTAL

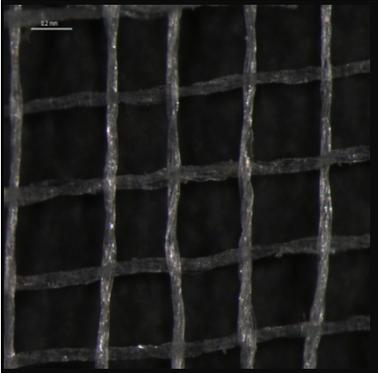
1.Materiales

A continuación se presentan los cinco tejidos considerados objeto de estudio, en los que se indica la composición, título de los hilos constituyentes, densidad en el tejido y el gramaje que los caracteriza.

Crepelina de seda

Tela de seda clara, especie de gasa, casi diáfana, con ligamento de tafetán, tejido con seda cruda que se crespaba después de hervido, de donde deriva el nombre de crespón. Había crespón todo de lana, de lana y seda, y totalmente de seda, que es el más común. (Davila Corona, R. M^a. 2004. p. 67).

Tabla 1. Características de la crepelina de seda.

	Nombre comercial	Crepelina	
	Ligamento	Tafetán	
	Material	Seda 100%	
	Densidad	Trama	43
		Urdimbre	43
	Título de los hilos. Finura	Trama	3 tex
		Urdimbre	3 tex
Gramaje	0,0153 Kg/m ²		

248



Organza de seda

Tejido ligero de seda, de las mismas características que el organdí, transparente y semirrígido, más fino que la muselina, utilizado para la confección de ropa femenina. (Davila Corona, R. M^a. 2004. p. 140)

Tabla 2. Características de la organza de seda.

Nombre comercial	Organza de seda	
Ligamento	Tafetán	
Material	Seda 100%	
Densidad	Trama	39
	Urdimbre	58
Titulo de los hilos. Finura	Trama	4 tex
	Urdimbre	4 tex
Gramaje	0.0211 Kg/m ²	

Pongé de seda

También se lo podría denominar como pongis, suele tener un mayor grueso de hilos en trama que en urdimbre, (Castany Saladrigas, F 1949, pp 322) con urdimbre y trama iguales dos a dos en el ligamento, con hilos de trama y urdimbre sin torsionar.

Tabla 3. Características del pongé de seda.

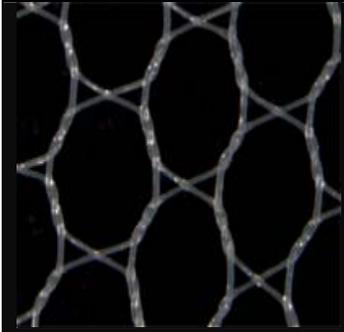
Nombre comercial	Pongé	
Ligamento	Tafetán	
Material	Seda 100%	
Densidad	Trama	60
	Urdimbre	60
Titulo de los hilos. Finura	Trama	7 tex
	Urdimbre	4 tex
Gramaje	0.0459 Kg/m ²	



Monofilamento de nylon o Nylon Net

Tejido de punto reticulado llamado tul liso o indivisible, (Cascany Saladrigas, F: 1949. pp456) que su constitución nos forma malla o calado continuo, fabricado con monofilamento de nylon. (Dávila Corona, R. M^a. 2004. p. 197) Se trata de un material polimérico sintético cuya composición química es una poliamida, constituida por el monómero $-(R-NH-CO)_n-$.

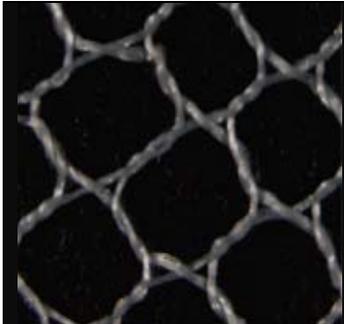
Tabla 4. Características del monofilamento de nylon

	Nombre comercial	Nylon net
	Ligamento	Tul
	Material	Nylon 100%
	Densidad	7 celdas por UR y 9 por TR al cm ²
	Gramaje del tejido	0.0103 Kg/m ²

Tul de seda

El tul de seda llevado a estudio se trata de un tejido de punto indivisible, unido o liso. Formado por una urdimbre y una o dos tramas que se accionan formando un tejido como aclara la tabla 6. (Cascany Saladrigas, F: 1949. pp456). Dicho esquema de tipo de tul es similar en el monofilamento de nylon citado anteriormente.

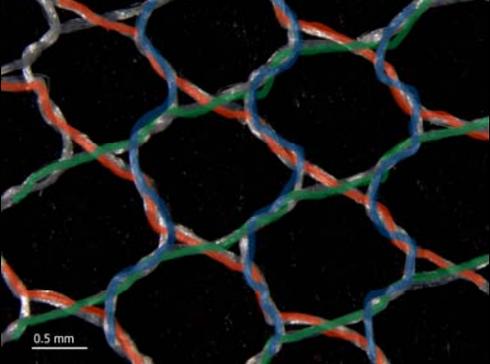
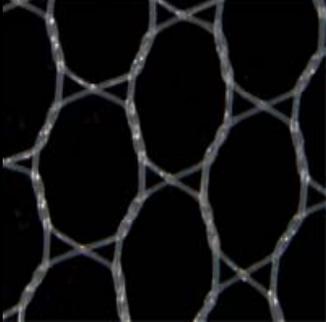
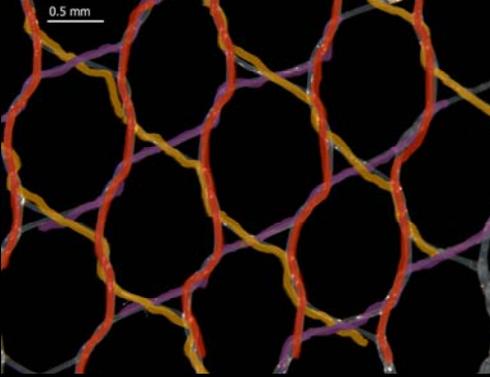
Tabla 5. Características del tul de seda

	Tejido. Nombre comercial	Tul de seda
	Ligamento	Tul
	Material	Seda
	Densidad	6 celdas por UR y 10 por TR al cm ²
	Gramaje	0.0099 Kg/m ²

2.50



Tabla 6. Esquemas de los ligamentos de los tejidos de tul llevados a estudio

Tejidos	Esquemas de tramas y urdimbres en los ligamentos de tul llevados a estudio
 <p data-bbox="229 729 378 760">Tul de seda</p>	 <p data-bbox="584 771 1005 839">Color verde y rojo hilos de trama Color azul hilos de urdimbre.</p>
 <p data-bbox="229 1354 548 1385">Monofilamento de nylon</p>	 <p data-bbox="584 1366 1083 1470">Color amarillo y morado hilos de trama. Color rojo hilos de urdimbres</p>

2.51



Con la finalidad de acotar los materiales utilizados en el presente estudio, se ha seleccionado el hilo de seda como material con el que se han preparado las probetas de referencia del tratamiento de consolidación empleando las puntadas más comunes para este tipo de tratamiento.

Se adjunta a su vez una caracterización del crespón que será utilizado para realización de dichas probetas.

Hilo de seda

Hilo formado a partir de la unión de varios filamentos de seda conjuntados para obtener el grado de resistencia adecuado. (Dávila Corona, R. M^a. 2004. p.103)

Tabla 7. Características del hilo de seda.

	Material	Seda
	Gramaje	1g/m ²
	Nº de cabos	2 cabos

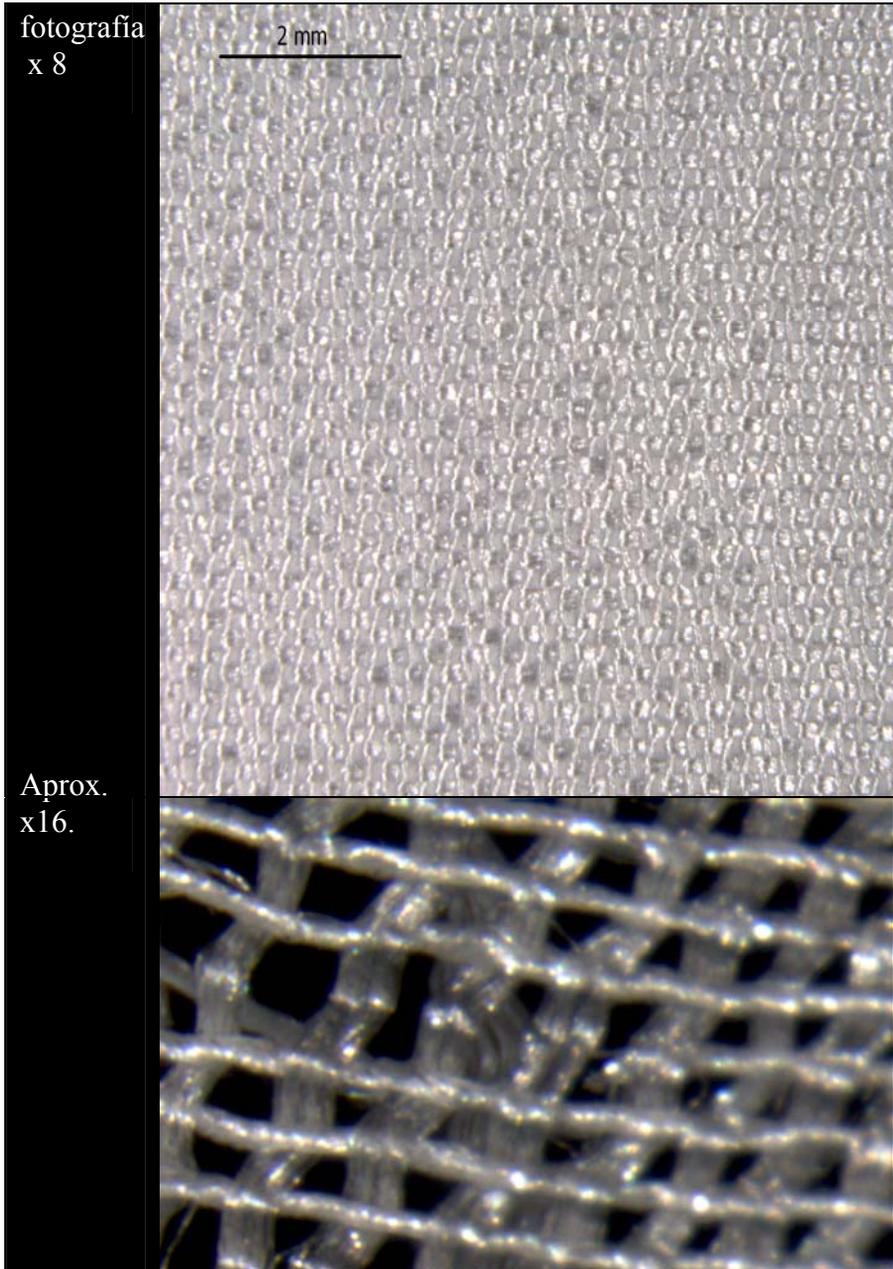
Crespón de seda o Crêpe de Chine

Es un tejido que se encasilla dentro de los crepones pero es muy conocido como una variación excepcional de estos por la combinación de las torsiones de los hilos de su ligamento. Presenta ligamento de tafetán donde la urdimbre carece de torsión y la trama está perfectamente torsionada (Castany Saladrigas, F 1949, pp 95). En la tabla 8 se puede apreciar en la microfotografía del crespón de seda este doble juego de torsión y no torsión.

2.52



Tabla 8. Microfotografías del crepón de seda utilizado para la realización de las probetas de puntadas de consolidación. x8 y x16.



2.53



2. Equipamiento

El desarrollo experimental de la presente investigación se ha llevado a cabo en las instalaciones de la Universitat Politècnica de València, cuyo equipamiento se encuentra ubicado en:

- Departamento de Ingeniería textil y papelera de Alcoi (DITEXPA),
- Laboratorio de Análisis Físico-Químico y Control Medioambiental del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio (IRP)
- Servicio de Microscopía Electrónica.

Microscopio estereoscópico

Microscopio estereoscópico Leica MZ APO, con sistema fotográfico adaptable e iluminación por fibra óptica. Resolución/Aumentos entre 8X y 80X.

Espectrofotómetro de reflexión

En el ámbito de medidas colorimétricas industriales, durante muchos años se han considerado suficientes las medidas que abarca el espectro comprendido desde 360 nm hasta 740nm en intervalos de 20nm, algunos equipos modernos han ampliado sus medidas desde 360 nm hasta 740 nm en intervalos de 10 nm.

Espectrofotómetro CM-3600d de Minolta, medidas en el rango 360 a 740 nm con intervalos de 10 nm. Las dos fuentes de luz son la lámpara de cuarzo y pulsos de xenón.

Las lámparas de cuarzo apenas excitan los ABF dado que su emisión en UV es mínima, en este caso se obtienen sistemas de medición aptos para el iluminante A, pero generalmente se prefieren los valores del iluminante D65 por lo que se debe recurrir a fuentes de pulsos de xenón.

2.54



F-Parte experimental.

El espectrofotómetro empleado en esta investigación trabaja con pulsos de xenón, ya que se asemeja al iluminante D65 y no calientan las muestras tal y como sucede con la lámpara de cuarzo, con los consiguientes problemas que conlleva.

El área de medida/iluminación es adaptable pudiéndose medir muestras de 4 mm, 8 mm y 25,4 mm de diámetro en función del adaptador que se coloque en el equipo, las mediciones efectuadas se han realizado para superficies de medición de 4 mm. (Bonet Aracil, M^a A, Alcoy, 2003, p. 52-53)



Ilustración 1
Espectrofotómetro CM-3600d, Minolta.

Dinamómetro

Dinamómetro Zwich/Roel Z005. Se ensayaran las muestras según la norma UNE 57092.



Ilustración 2.
Dinamómetro
Zwich/Roel Z005

2.55



Espectrómetro infrarrojo por transformada de Fourier

Los espectros IR se obtuvieron en un espectrómetro de infrarrojos por transformada de Fourier modelo Vertex 70 (Bruker Optik GmbH), con un detector con temperatura estabilizada por FRDGTS (fast recovery deuterated triglycine sulfate) Bruker Óptica, con accesorio en modo de reflexión total atenuada ATR modelo MKII Golden Gate. Las condiciones de trabajo fueron: Número de escaneos 32 y con una resolución de 4 cm^{-1} . Los datos fueron procesados con el software OPUS, versión 5.0.



Ilustración 3 Espectrómetro FTIR-ATR mod. Vertex 70 Bruker

Cámaras de envejecimiento artificial acelerado

Estufa de convección WTB Binder

Estufa de convección por aire forzado que permite alcanzar una temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una tolerancia de $\pm 2^{\circ}\text{C}$, tiempo de ciclo empleado de 72h.



Ilustración 4 -5. Estufa de convección por aire forzado.
Cerrada y Abierta

2.56



Cámara climática VLK Range of laboratory

Cámara climática VLK permite trabajar en un rango de temperaturas desde -40°C a 180°C , y humedad controlada entre 10% y el 98% (saturación).

Existen gran variedad de normas y condiciones de ensayo, incluso se pueden llevar a cabo metodologías de trabajo propias, adecuadas a las necesidades de cada momento. (Borell Mora, B, 2007, p. 33)



Ilustración 6. Cámara climática por calor húmedo.

257



Cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta UV

Cámara de envejecimiento artificial acelerado de fotoestabilidad (envejecimiento acelerado) mod. QUV-Basic de la marca Q-Panel/Dycometal, con lámpara UV UVB-313EL, que produce la mayoría de onda corta UV con la máxima intensidad en ca.310 nm es equivalente a una lámpara fluorescente 40W. La cabina QUV es usada en ensayos de fotoestabilidad, conforme a: NORMAS ISO 4892-ASTM G151, G154, D4329, D4587, D4799 y SAE J2020.



Ilustración 7. Cámara de envejecimiento por radiaciones ultravioleta



Ilustración 8 Microscopio electrónico de barrido Jeol JSM 6300

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)

El microscopio electrónico de barrido empleado Jeol JSM 6300 opera con el software INKA. Las condiciones de trabajo fueron 20 kV de voltaje, 2×10^{-9} A de amperaje y una distancia de trabajo de 15 mm.

2.58



3. Procedimientos experimentales

Proceso de envejecimiento artificial acelerado

La realización de esta investigación se ha basado en el análisis de cinco tejidos ampliamente utilizados en el campo de la Conservación textil, sobre los que se han llevado a cabo una serie de ensayos y análisis.

Los procesos de envejecimiento artificial acelerado pretenden determinar el efecto que produce el paso del tiempo en cada uno de estos cinco tejidos, con el fin de poder evaluar su comportamiento.

Se han desarrollado o adaptado una serie de ensayos sobre los tejidos, que permiten establecer comparaciones entre diversos materiales, siendo algunos de estos ensayos normalizados.

El efecto del paso del tiempo sobre el tejido se puede manifestar por la pérdida de la resistencia, variaciones de color, etc. Las diferentes aplicaciones o tratamientos que se realizan en la conservación de un bien cultural deben llevarse a cabo de modo que las variaciones que se produzcan sean inapreciables o lo más sutiles posibles.

Si se produjeran variaciones de color o una tensión no deseada sobre una pieza a la que se ha aplicado un tratamiento de restauración, podría ser nefasto para la obra intervenida.

Un proceso de envejecimiento artificial acelerado definiría el grado de afectación del paso del tiempo en los tejidos de intervención, sobre los cuales se han realizado mediciones para apreciar estas variaciones o diferencias.

259



Una vez realizadas las aplicaciones se deberá estudiar cuál es el material (tejido) que presenta mejor resistencia al paso del tiempo, es decir, aquel que permite que el objeto restaurado se altere lo menos posible como consecuencia de los tratamientos efectuados sobre su superficie.

La evaluación de esa alteración se efectúa con mediciones de cambios cromáticos, de resistencia física y de posibles cambios químicos estructurales.

Los resultados que se obtienen con estos estudios no nos conducen a poder afirmar con rotundidad si un determinado tejido experimentará mayor o menor cambio transcurrido un período de tiempo determinado, pero permite comparar productos entre sí y conocer cuál de ellos induce una mayor tendencia al cambio en las muestras tratadas.

En base a los resultados obtenidos, es obvio que el conservador se decantará por aquellos productos, que ofreciendo las propiedades requeridas en el tratamiento en cuestión de transparencia, incremento de resistencia, facilidad de cosido, etc. presenten una menor tendencia al cambio.



Cámara de envejecimiento artificial acelerado por la acción de calor seco (T)

En la evaluación de la acción del envejecimiento artificial acelerado por calor seco se ha contemplado la posibilidad de estudiar el efecto inducido según distintas normas:

- ✓ UNE 57092:2002 Papel y cartón. Envejecimiento acelerado.
- ✓ UNE EN 12224:2001 Geotextiles. Envejecimiento por la acción de la intemperie.
- ✓ UNE 12280: 2002. Textiles Recubiertos de plástico y cartón.

A pesar de que existen dos normas de envejecimiento específicas para textiles, se han descartado, ya que una es específica para Geotextiles y las condiciones de aplicación distan mucho del objeto de estudio de los textiles utilizados en esta investigación, y por otro lado, se cita el envejecimiento de textiles recubiertos con plástico y cauchos, muestras textiles que no se corresponden con las utilizadas en esta Tesis doctoral.

Es por ello que este ensayo se ha realizado de acuerdo con la norma UNE 57092 Parte 1:2002 [Papel y cartón. Envejecimiento acelerado. Tratamiento de calor seco a 105 °C,], equivalente con la norma ISO 5630-1:1982. En ella se especifica que se debe aplicar un tratamiento con calor seco a una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Esta misma norma en su parte 2 contempla la posibilidad de aplicar calor seco a 120°C, ó 150°C, mientras que en sus partes 3ª y 4ª se proponen condiciones de envejecimiento acelerado con tratamientos de calor húmedo de 90°C y humedad relativa de 25% y 65% y 80°C .

261



Dadas las instalaciones del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (DITEXPA de la UPV), en las que se han desarrollado los ensayos, se ha optado por la realización del envejecimiento acelerado por calor seco a 105°C, es decir, se realiza según especifica la norma UNE 57092. Parte 1.

El equipo empleado es una estufa de convección (WTR Binder).

Las diferentes probetas de tejido se colocan suspendidas en la estufa de modo que el aire circule sin contaminarlas. La norma matiza que si se pretende tratar diferentes tipos de tejidos, éstos deben tratarse por separado, con objeto de evitar la posibilidad de contaminación por productos de destilación o sublimación, aspecto considerado en la realización de las muestras de tejido para evitar posibles interferencias entre tejidos que enmascaren el resultado final.

El tiempo máximo de exposición recomendado es de 72 ± 1 horas, aunque la norma permite reducir el tiempo de exposición a 24 ± 1 h ó 48 ± 1 h. En nuestro caso, el ensayo se ha realizado en ciclos de 72 horas para cada tipo de tejido.

LbL



Cámara de envejecimiento artificial acelerado por la acción de calor húmedo (HR-T)

En la evaluación de la acción del envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo se ha contemplado la posibilidad de estudiar el efecto inducido según la norma:

- ✓ UNE 57092-4 Tratamiento con calor húmedo a 80°C y 65% de humedad relativa.

Las probetas se calientan durante un tiempo determinado a 80°C y a 65% de humedad relativa (HR).

Estas se cuelgan, sin abarquillar o doblar, en el interior de la cámara. Se hace circular aire a través de los recipientes de envejecimiento a una velocidad de 50 ± 25 mL/min a $80 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y $65 \pm 2\%$ HR.

Trascurrido el ciclo de $72 \pm 0,75$ h de tratamiento con calor húmedo se extraen los juegos de probetas, para su posterior análisis.



Ilustración 9. Probetas en la cámara de calor húmedo.



263

Cámara de envejecimiento artificial acelerado por la acción de la radiación ultravioleta (UV)

La evaluación de la acción del envejecimiento artificial acelerado por la radiación UV se ha llevado a cabo en tiempos de exposición (ciclos) similares a los ensayos anteriores con el fin de poder comparar los efectos producidos en tiempos de exposición semejantes, así pues los tiempos de exposición son de 72 h, en las probetas en tramas y urdimbres o UR y TR.

Tras los tratamientos se realizaron ensayos de dinamometría, colorimetría y FTIR.



Ilustración 5. Probetas en la cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta.

264



Procedimiento de medida

Tejidos de consolidación

Resistencia a la tracción con el dinamómetro

La medida de la resistencia a la tracción de un tejido ofrece un valor que se verá modificado si se induce alguna variación sobre sus fibras o en su estructura mediante la aplicación de algún tratamiento, o por el simple paso del tiempo.

Las variaciones que se pueden apreciar se verán condicionadas por diferentes parámetros como puede ser el porcentaje de humedad en la conservación, acción de la luz, calor, tratamientos a que se induce el producto, etc.

Las muestras se han sometido a los ensayos de tracción con una velocidad del ensayo (desplazamiento entre mordazas 20 mm/min \pm 5 mm/min), especificaciones impuestas por la Norma UNE EN ISO 1924-2:1994 “Determinación de las propiedades de tracción. Parte 2: Método con gradiente de alargamiento constante”. El control de estos parámetros del ensayo, es importante puesto que son factores que también pueden influir en el resultado donde se recomiendan unas condiciones de T20°C \pm 2°C y HR 65% \pm 2%.

Dicha norma indica:

1. Principio del método

Una probeta de tejido de dimensiones específicas se estira a velocidad constante hasta la rotura. Se determinan la fuerza máxima y el alargamiento a la fuerza máxima y, la fuerza a la rotura y el alargamiento en la rotura.

265



2. Preparación de las probetas

Se cortan dos juegos de probetas, un juego en la dirección de la urdimbre y el otro en la dirección de la trama (o, según el caso, en la dirección de la máquina o en la dirección transversal).

Cada juego debe comprender cinco probetas como mínimo; si es necesario un mayor grado de precisión de resultados, debe ensayarse un número de probetas mayor. No debe cortarse ninguna probeta a menos de 150 mm del borde de la muestra para laboratorio. Ninguna probeta cortada en la dirección de la urdimbre debe contener los mismos hilos longitudinales y ninguna probeta cortada en la dirección de la trama debe contener las mismas pasadas.

La anchura de cada probeta (sin los flecos) debe ser de 50 mm \pm 0,5mm y su longitud debe permitir una longitud de ensayo de 200 mm, excepto en el caso de tejidos en los que los ensayos anteriores permitan deducir o saber que los valores del alargamiento a la fuerza máxima serán superiores al 75%, la longitud de ensayo puede ser reducida a 100 mm.

3. Ensayo

Se fija una probeta en el centro del equipo de manera que su eje longitudinal central pase por el centro de los bordes exteriores de las mordazas.

Se pone en marcha el dispositivo de registro de la fuerza máxima y del alargamiento a la fuerza máxima. Comienza a moverse la pinza móvil y se estira la probeta hasta el punto de rotura.

Lbb



F-Parte experimental.

Se anotan:

- a) la fuerza máxima y, si es necesario, la fuerza a la rotura en Newtons (N);
- b) la extensión, en milímetros (mm), o el alargamiento en porcentaje (%), a la fuerza máxima y, si es necesario, a la rotura.¹

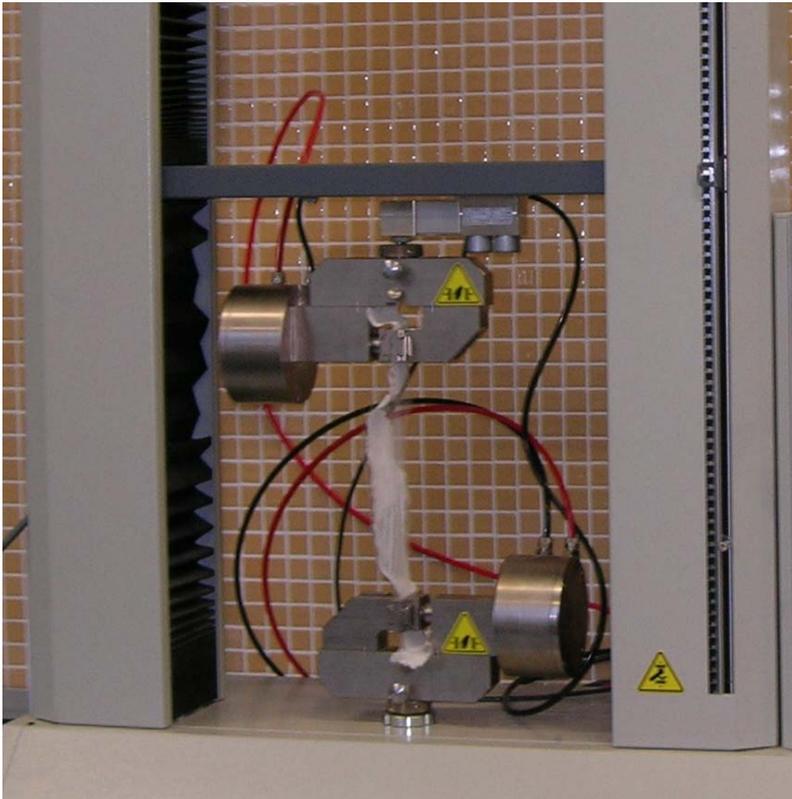


Ilustración 11. Ensayos de tracción con una de las probetas

267

¹ Norma española UNE-EN ISO 13934-1.



Espectrometría Infrarroja por Transformada de Fourier

La obtención de los espectros IR de las muestras de tejido sin envejecer y envejecidos fue realizada mediante el uso de un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR), previamente cada muestra se dobló tres veces. Posteriormente, tras obtener el espectro IR en transmitancia (%T) se convierten en espectro IR en Absorbancia (Abs) mediante el software OPUS v5.0.

Medidas de color de las muestras envejecidas mediante el colorímetro

Las mediciones se han realizado según el sistema CIELAB con las condiciones determinadas por la norma UNE 40435:1994. El espacio de color CIELAB está adoptado como norma UNE [3.17], corresponde a un sistema coordinado cartesiano definido por las coordenadas bidimensionales L^* , a^* , b^* .

La figura 1 indica las coordenadas colorimétricas CIELAB, donde se puede observar que L se asigna a la claridad adoptando valores que van desde 0 para el negro hasta 100 para el blanco, a^* y b^* forman un plano perpendicular a la claridad o luminosidad. El origen de los ejes principales del plano corresponde al valor 0, los valores positivos de a^* ($a^* > 0$) presentan tendencia hacia el rojo, mientras que los negativos ($a^* < 0$) serán colores verdosos. El eje de las coordenadas b^* cuando adopta valores positivos ($b^* > 0$) tiende hacia colores amarillos y si los colores son negativos ($b^* < 0$) los colores serán azules.

268



F-Parte experimental.

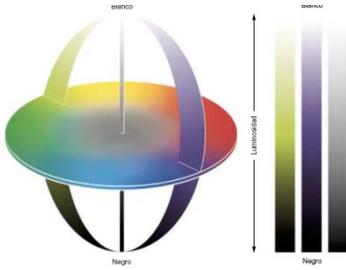


Figura 1 Árbol de Munsell extraído de la página web <http://www.xtec.cat/~jforment/html/classes/altres/ComunicaciondelColor.pdf>, 16- 07- 2010.

La medida del color deberá realizarse siempre del mismo modo ya que existen una serie de factores externos que pueden condicionar los resultados de la medición efectuada, como puede ser el color de las zonas que rodean el objeto a medir, la fuente de luz que ilumina el mencionado objeto, la geometría del sistema de medida de reflectancia, etc.

En la presente investigación se realizan mediciones de las diferencias colorimétricas de los diversos tipos de tejidos tras aplicarles distinto tratamiento de envejecimiento artificial acelerado:

1. Por calor seco
2. Por calor húmedo
3. Por la acción de la radiación ultravioleta

Cuando se piensa en tejidos para restaurar, se parte de tejidos blancos que posteriormente se tinarán. Puesto que se trabaja con tejidos que parten de diferentes coloraciones, las mediciones se realizarán sobre diferencias de color del espacio CIELAB, y no sobre grados de blanco que podrían llevar a pensar que un tejido más amarillento en un inicio se comporte peor.

269



Las mediciones se han realizado según el sistema CIELAB con las condiciones determinadas por la norma UNE 40435:1994. Comparándose las muestras sin envejecer y envejecidas en los tres procesos mencionados anteriormente, según tejidos.

Microscopio electrónico de barrido, SEM

Como paso previo a la observación de la muestra en el microscopio electrónico, y al tratarse de materiales no conductores, las muestras fueron recubiertas con una capa de oro de 5-7 Å, en condiciones de vacío. Se utiliza una resina de carbono grafito para pegar las pequeñas muestras de tejido al portamuestras y con esto se asegura la conducción eléctrica pues se crea un puente de grafito entre el tejido y el portamuestras metálico.

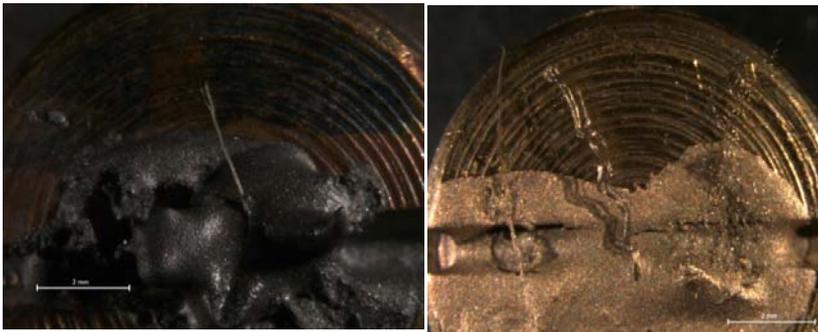


Ilustración 12-13. Preparación de las probetas, pegadas las muestras en la resina, imagen izquierda, y tras ser recubiertas con oro, imagen derecha.



Puntos de consolidación

Medición de la resistencia a la tracción de diferentes materiales con “punto de restauración”

Uno de los factores que más determina lo eficaz o efectivo que es una consolidación textil, es la capacidad de resistencia del sistema de consolidación o su capacidad de flexibilidad o alargamiento frente a los movimientos, en este caso estudiaremos uno de los sistemas que actualmente más se usa como refuerzo en los tejidos antiguos, el punto de restauración o también denominada de Bolonia.

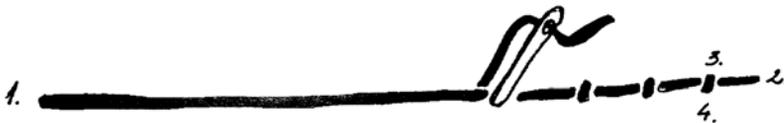


Figura 2 Punto de restauración. Dibujo extraído de libro de Carmen Masdeu y Luz Morata. Restauración y conservación de tejidos

Con este fin hemos simulado el efecto de una consolidación sobre un tejido a tratar, preparando probetas de las medidas que establecía la Norma con la que estamos trabajando, citada en el apartado de estudios de tracción de los materiales.

El material de la tela base de los mantones de Manila, se simula con el empleo un crespón de China de una densidad concreta

Hemos sobrepuesto, cosidos con puntos de restauración, nuestros tejidos llevados a estudio, en trama y urdimbres, o TR y UR comparando los resultados para saber que tejido reforzaría y consolidaría mejor la pieza a tratar.

La elección de los tejidos de consolidación se ha centrado en dos materiales y dos ligamentos en concreto. El tul de seda, la crepelina de seda y el monofilamento de nylon.

271



Se han elegido materiales naturales y sintéticos para realizar una comparativa en tan controvertida discusión en el campo de la Conservación textil. La elección de los dos tipos de ligamentos se centra en comparar las distintas reacciones de los ligamentos tradicionales, trama y urdimbre, y la nueva utilización del tejido en red.

En cuanto al punto de restauración, hemos tenido en cuenta que se trata de un cosido artesanal, lo que significa, que no todas las puntadas son iguales como lo podría hacer una máquina de coser . Todas las puntadas han sido cosidas por las mismas manos, lo que simularía de una forma verídica, la forma de trabajo de un restaurador de textiles. El hilo utilizado es el hilo de seda de dos cabos caracterizado en este capítulo.

Todos los procesos se han realizado sobre cinco probetas de cada material en tramas y urdimbres, UR y TR, para poder realizar los estudios de dinamometría según la norma utilizada.

En la tabla 9 se desglosan todas las combinaciones de tramas y urdimbres posibles, tanto en la tela base como en la de consolidación, y así poder establecer unas conclusiones satisfactorias.

Tabla 9. Tabla de las combinaciones de tejidos de consolidación.

Tejido base	Dirección del ligamento	Tejido de consolidación	Dirección del ligamento
Crespón	Tramas	Crepelina de seda	Trama
			Urdimbre
		Tul de seda	TR
			UR
		Nylon net	TR
			UR
	Urdimbres	Crepelina de seda	Trama
			Urdimbre
		Tul de seda	TR
			UR
		Monofilamento de nylon	TR
			UR

272



Comparativa de resistencia a la tracción del “punto de restauración modulado” y el punto de restauración

El siguiente aspecto en el que se profundiza es poder encontrar el punto de restauración que ofrezca mejores resultados y comprobar la idoneidad de un tipo de intervención u otro sobre la obra a tratar.

Para ello, quisimos adaptar el sistema de puntadas utilizado normalmente en el campo de la restauración textil, a las características concretas de nuestras piezas, en donde la verticalidad base de la puntada de Bolonia partiría en dos el sentido moldeado y modulado de lo que es un bordado a realce en sí. De esta forma el estudio estuvo encaminado a encontrar una puntada que armonizara mejor con las necesidades específicas de esta tipología que también fuera igual de eficaz y resistente que la puntada de restauración. (Figura 3).



Figura 3. Punto de restauración modulado.

Seguimos las mismas premisas que en el apartado anterior, preparando probetas de las medidas según establece la Norma de los ensayos de tracción.

Se utiliza crespón similar al que encontramos en los mantones, monofilamento de nylon, cosido con hilo de seda de dos cabos. Estas probetas se realizan para comparar dos sistemas diferentes de puntadas.

273



En cuanto a las puntadas, hemos tenido en cuenta, al igual que anteriormente, que se trata de un cosido artesanal, y por lo tanto, no todas van a ser iguales, y todas ellas han sido cosidas por las mismas manos, de este modo, nos aproximamos lo máximo posible al trabajo realizado por un restaurador de textiles.

El proceso se ha realizado sobre cinco probetas en tramas y urdimbres, UR y TR, para poder realizar los estudios de dinamometría según la norma seleccionada.

Comparación entre la resistencia a la tracción de los tejidos de refuerzo con punto de hilván, con el punto de restauración y el punto de restauración modulado.

Otra de las puntadas que más se utiliza en el campo de la restauración textil por su versatilidad y eficacia en sus intervenciones, es la puntada de hilván o de basta.

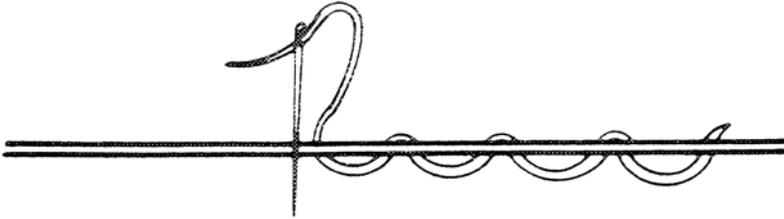
Hemos querido al igual que en el apartado anterior, llevarlas a estudio y compararlas con las anteriormente citadas para dejar el apartado de puntadas más utilizadas en la restauración textil más acotado.

En cuanto a los materiales utilizados y para poder comparar resultados con los análisis anteriores, la base es de crespón con el monofilamento de nylon como material de refuerzo, cosiendo con hilo de seda de dos cabos.

El proceso se ha realizado sobre cinco probetas en tramas y urdimbres, UR y TR, para poder realizar los estudios de dinamometría según la norma seleccionada.



Figura 4.,Punto de basta o de hilván. Dibujo extraído del libro de Sheila Landi. The textile conservator´s.



Transparencia de los tejidos

Con estos análisis se pretende medir la transparencia de los materiales. Con tal fin, se parte de los parámetros de un color muestra (control), del que se medirá sus valores y los compararemos con los resultados obtenidos de las mediciones de este tejido con las telas a estudiar sobrepuesta, valorando así la idoneidad de los tejidos seleccionados en un sistema de consolidación textil en donde la transparencia es muy importante para no alterar a la obra de arte a tratar.

275



Desglose del número de probetas preparadas para el estudio de los materiales

El desglose de todas las probetas preparadas se expone por tejidos, indicándose la numeración utilizada y los análisis que se realizaron sobre cada una de ellas.

Los tejidos son:

1. Pongé de seda
2. Organza de seda
3. Tul de seda
4. Monofilamento de nylon
5. Crepelina de seda

Puntadas de restauración:

1. Puntada de restauración
2. Puntada de restauración modulada
3. Puntada de hilván



PONGÉ DE SEDA

N	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
1	P.SE.T.1	Pongé sin envejecer en tramas	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
2	P.SE.T.2		
3	P.SE.T.3		
4	P.SE.T.4		
5	P.SE.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
6	P.SE.U.1	Pongé sin envejecer urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
7	P.SE.U.2		
8	P.SE.U.3		
9	P.SE.U.4		
10	P.SE.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
11	P.E. UV.U.1	Pongé envejecido 72h. por radiación ultravioleta en urdimbres	Resistencia a la tracción
12	P.E. UV.U.2		
13	P.E. UV.U.3		
14	P.E. UV.U.4		
15	P.E. UV.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
16	P.E. UV.T.1	Pongé envejecido 72h. por radiación ultravioleta en tramas	Resistencia a la tracción
17	P.E. UV.T.2		
18	P.E. UV.T.3		
19	P.E. UV.T.4		
20	P.E. UV.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
21	P.E.T.U.1	Pongé envejecido 72h por calor seco en urdimbres	Resistencia a la tracción
22	P.E.T.U.2		
23	P.E.T.U.3		
24	P.E.T.U.4		

277



25	P.E.T.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
26	P.E.T.T.1	Pongé envejecido 72h por calor seco en tramas	Resistencia a la tracción
27	P.E.T.T.2		
28	P.E.T.T.3		
29	P.E.T.T.4		
30	P.E.T.T.5		
31	P.E.HR-T.U.1	Pongé envejecido 72h por calor húmedo en urdimbres	Resistencia a la tracción
32	P.E.HR-T.U.2		
33	P.E.HR-T.U.3		
34	P.E.HR-T.U.4		
35	P.E.HR-T.U.5		
36	P.E.HR-T.T.1	Pongé envejecido 72h por calor húmedo en tramas	Resistencia a la tracción
37	P.E.HR-T.T.2		
38	P.E.HR-T.T.3		
39	P.E.HR-T.T.4		
40	P.E.HR-T.T.5		

278



ORGANZA DE SEDA

Nº	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
41	O.SE.T.1	Organza de seda sin envejecer en tramas	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
42	O.SE.T.2		
43	O.SE.T.3		
44	O.SE.T.4		
45	O.SE.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
46	O.SE.U.1	Organza de seda sin envejecer urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
47	O.SE.U.2		
48	O.SE.U.3		
49	O.SE.U.4		
50	O.SE.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
51	O.E. UV.U.1	Organza de seda envejecido 72h. por radiación ultravioleta en urdimbres	Resistencia a la tracción
52	O.E. UV.U.2		
53	O.E. UV.U.3		
54	O.E. UV.U.4		
55	O.E. UV.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
56	O.E. UV.T.1	Organza de seda envejecido 72h. por radiación ultravioleta en tramas	Resistencia a la tracción
57	O.E. UV.T.2		
58	O.E. UV.T.3		
59	O.E. UV.T.4		
60	O.E. UV.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
61	O.E.T.U.1	Organza de seda envejecido 72h	Resistencia a la tracción
62	O.E.T.U.2		

279



63	O.E.T.U.3	por calor seco en urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
64	O.E.T.U.4		
65	O.E.T.U.5		
66	O.E.T.T.1	Organza de seda envejecido 72h por calor seco en tramas	Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
67	O.E.T.T.2		
68	O.E.T.T.3		
69	O.E.T.T.4		
70	O.E.T.T.5		
71	O.E.HR-T.U.1	Organza de seda envejecido 72h por calor húmedo en urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
72	O.E.HR-T.U.2		
73	O.E.HR-T.U.3		
74	O.E.HR-T.U.4		
75	O.E.HR-T.U.5		
76	O.E.HR-T.T.1	Organza de seda envejecido 72h por calor húmedo en tramas	Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
77	O.E.HR-T.T.2		
78	O.E.HR-T.T.3		
79	O.E.HR-T.T.4		
80	O.E.HR-T.T.5		



CREPELINA DE SEDA

N°	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
81	C.SE.T.1	Crepelina de seda sin envejecer en tramas	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
82	C.SE.T.2		
83	C.SE.T.3		
84	C.SE.T.4		
85	C.SE.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
86	C.SE.U.1	crepelina de seda sin envejecer urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
87	C.SE.U.2		
88	C.SE.U.3		
89	C.SE.U.4		
90	C.SE.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
91	C.E. UV.U.1	Crepelina de seda envejecido 72h. por radiación ultravioleta en urdimbres	Resistencia a la tracción
92	C.E. UV.U.2		
93	C.E. UV.U.3		
94	C.E. UV.U.4		
95	C.E. UV.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
96	C.E. UV.T.1	Crepelina de seda envejecido 72h. por radiación ultravioleta en tramas	Resistencia a la tracción
97	C.E. UV.T.2		
98	C.E. UV.T.3		
99	C.E. UV.T.4		
100	C.E. UV.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
101	C.E.T.U.1	Crepelina de seda envejecido 72h	Resistencia a la tracción
102	C.E.T.U.2		

281



103	C.E.T.U.3	por calor seco en urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
104	C.E.T.U.4		
105	C.E.T.U.5		
106	C.E.T.T.1	Crepelina de seda envejecido 72h por calor seco en tramas	Resistencia a la tracción Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
107	C.E.T.T.2		
108	C.E.T.T.3		
109	C.E.T.T.4		
110	C.E.T.T.5		
111	C.E.HR-T.U.1	Crepelina de seda envejecido 72h por calor húmedo en urdimbres	Resistencia a la tracción Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
112	C.E.HR-T.U.2		
113	C.E.HR-T.U.3		
114	C.E.HR-T.U.4		
115	C.E.HR-T.U.5		
116	C.E.HR-T.T.1	Crepelina de seda envejecido 72h por calor húmedo en tramas	Resistencia a la tracción Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
117	C.E.HR-T.T.2		
118	C.E.HR-T.T.3		
119	C.E.HR-T.T.4		
120	C.E.HR-T.T.5		



TUL DE SEDA

N°	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
121	T.SE.T.1	Tul de seda sin envejecer en tramas	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
122	T.SE.T.2		
123	T.SE.T.3		
124	T.SE.T.4		
125	T.SE.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
126	T.SE.U.1	Tul de seda sin envejecer urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
127	T.SE.U.2		
128	T.SE.U.3		
129	T.SE.U.4		
130	T.SE.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
131	T.E. UV.U.1	Tul de seda envejecido 72h. por radiación ultravioleta en urdimbres	Resistencia a la tracción
132	T.E. UV.U.2		
133	T.E. UV.U.3		
134	T.E. UV.U.4		
135	T.E. UV.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
136	T.E. UV.T.1	Tul de seda envejecido 72h. por radiación ultravioleta en tramas	Resistencia a la tracción
137	T.E. UV.T.2		
138	T.E. UV.T.3		
139	T.E. UV.T.4		
140	T.E. UV.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
141	T.E.T.U.1	Tul de seda envejecido 72h por calor seco en urdimbres	Resistencia a la tracción
142	T.E.T.U.2		
143	T.E.T.U.3		
144	T.E.T.U.4		

283



145	T.E.T.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
146	T.E.T.T.1	Tul de seda envejecido 72h por calor seco en tramas	Resistencia a la tracción
147	T.E.T.T.2		
148	T.E.T.T.3		
149	T.E.T.T.4		
150	T.E.T.T.5		
151	T.E.HR-T.U.1	Tul de seda envejecido 72h por calor húmedo en urdimbres	Resistencia a la tracción
152	T.E.HR-T.U.2		
153	T.E.HR-T.U.3		
154	T.E.HR-T.U.4		
155	T.E.HR-T.U.5		
156	T.E.HR-T.T.1	Tul de seda envejecido 72h por calor húmedo en tramas	Resistencia a la tracción
157	T.E.HR-T.T.2		
158	T.E.HR-T.T.3		
159	T.E.HR-T.T.4		
160	T.E.HR-T.T.5		

284



MONOFILAMENTO DE NYLON

N°	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
161	M.SE.T.1	Monofilamento de nylon sin envejecer en tramas	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
162	M.SE.T.2		
163	M.SE.T.3		
164	M.SE.T.4		
165	M.SE.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
166	M.SE.U.1	Monofilamento de nylon sin envejecer urdimbres	Resistencia a la tracción Medición de la transparencia
167	M.SE.U.2		
168	M.SE.U.3		
169	M.SE.U.4		
170	M.SE.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
171	M.E. UV.U.1	Monofilamento de nylon envejecido 72h. por radiación ultravioleta en urdimbres	Resistencia a la tracción
172	M.E. UV.U.2		
173	M.E. UV.U.3		
174	M.E. UV.U.4		
175	M.E. UV.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
176	M.E. UV.T.1	Monofilamento de nylon envejecido 72h. por radiación ultravioleta en tramas	Resistencia a la tracción
177	M.E. UV.T.2		
178	M.E. UV.T.3		
179	M.E. UV.T.4		
180	M.E. UV.T.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
181	M.E.T.U.1	Monofilamento de nylon envejecido 72h por calor seco en urdimbres	Resistencia a la tracción
182	M.E.T.U.2		
183	M.E.T.U.3		
184	M.E.T.U.4		

285



185	M.E.T.U.5		Resistencia a la tracción Medición de variaciones colorimétricas FTIR-ATR Análisis morfológico (SEM)
186	M.E.T.T.1	Monofilamento de nylon envejecido 72h por calor seco en tramas	Resistencia a la tracción
187	M.E.T.T.2		
188	M.E.T.T.3		
189	M.E.T.T.4		
190	M.E.T.T.5		
191	M.E.HR-T.U.1	Monofilamento de nylon envejecido 72h por calor húmedo en urdimbres	Resistencia a la tracción
192	M.E.HR-T.U.2		
193	M.E.HR-T.U.3		
194	M.E.HR-T.U.4		
195	M.E.HR-T.U.5		
196	M.E.HR-T.T.1	Monofilamento de nylon envejecido 72h por calor húmedo en tramas	Resistencia a la tracción
197	M.E.HR-T.T.2		
198	M.E.HR-T.T.3		
199	M.E.HR-T.T.4		
200	M.E.HR-T.T.5		



PUNTADAS DE CONSOLIDACIÓN PUNTO DE RESTAURACIÓN

Nº	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
201	CP.T.C.T.1.PR	Crespón tramas crepelina de seda tramas	Resistencia a la tracción
202	CP.T.C.T.2.PR		
203	CP.T.C.T.3.PR		
204	CP.T.C.T.4.PR		
205	CP.T.C.T.5.PR		
206	CP.T.C.U.1.PR	Crespón tramas crepelina de seda urdimbres	Resistencia a la tracción
207	CP.T.C.U.2.PR		
208	CP.T.C.U.3.PR		
209	CP.T.C.U.4.PR		
210	CP.T.C.U.5.PR		
211	CP.T.T.F.1.PR	Crespón tramas tul de seda TR	Resistencia a la tracción
213	CP.T.T.F.2.PR		
314	CP.T.T.F.3.PR		
215	CP.T.T.F.4.PR		
216	CP.T.T.F.5.PR		
217	CP.T.T.C.1.PR	Crespón tramas tul de seda UR	Resistencia a la tracción
218	CP.T.T.C.2.PR		
219	CP.T.T.C.3.PR		
220	CP.T.T.C.4.PR		
221	CP.T.T.C.5.PR		
222	CP.T.M.F.1.PR	Crespón tramas monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
223	CP.T.M.F.2.PR		
224	CP.T.M.F.3.PR		
225	CP.T.M.F.4.PR		
226	CP.T.M.F.5.PR		
227	CP.T.M.C.1.PR	Crespón tramas monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
228	CP.T.M.C.2.PR		
229	CP.T.M.C.3.PR		
230	CP.T.M.C.4.PR		
231	CP.T.M.C.5.PR		
232	CP.U.C.T.1.PR	Crespón urdimbre crepelina de seda tramas	Resistencia a la tracción
233	CP.U.C.T.2.PR		
234	CP.U.C.T.3.PR		
235	CP.U.C.T.4.PR		
236	CP.U.C.T.5.PR		
237	CP.U.C.U.1.PR	Crespón urdimbres crepelina de seda urdimbres	Resistencia a la tracción
238	CP.U.C.U.2.PR		
239	CP.U.C.U.3.PR		
240	CP.U.C.U.4.PR		
241	CP.U.C.U.5.PR		

287



242	CP.U.T.F.1.PR	Crespón urdimbres tul de seda TR	Resistencia a la tracción
243	CP.U.T.F.2.PR		
244	CP.U.T.F.3.PR		
245	CP.U.T.F.4.PR		
246	CP.U.T.F.5.PR		
247	CP.U.T.C.1.PR	Crespón urdimbres tul de seda UR	Resistencia a la tracción
248	CP.U.T.C.2.PR		
249	CP.U.T.C.3.PR		
250	CP.U.T.C.4.PR		
251	CP.U.T.C.5.PR		
252	CP.U.M.F.1.PR	Crespón urdimbres monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
253	CP.U.M.F.2.PR		
254	CP.U.M.F.3.PR		
255	CP.U.M.F.4.PR		
256	CP.U.M.F.5.PR		
257	CP.U.M.C.1.PR	Crespón urdimbres monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
258	CP.U.M.C.2.PR		
258	CP.U.M.C.3.PR		
260	CP.U.M.C.4.OR		
261	CP.U.M.C.5.PR		

**PUNTADAS DE CONSOLIDACIÓN
PUNTO DE RESTUARACIÓN MODULADO**

Nº	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
262	CP.U.M.F.1.M	Crespón urdimbres monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
263	CP.U.M.F.2.M		
264	CP.U.M.F.3.M		
265	CP.U.M.F.4.M		
266	CP.U.M.F.5.M		
267	CP.U.M.C.1.M	Crespón urdimbres monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
268	CP.U.M.C.2.M		
269	CP.U.M.C.3.M		
270	CP.U.M.C.4.M		
271	CP.U.M.C.5.M		
272	CP.T.M.F.1.M	Crespón tramas monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
273	CP.T.M.F.2.M		
274	CP.T.M.F.3.M		
275	CP.T.M.F.4.M		
276	CP.T.M.F.5.M		
277	CP.T.M.C.1.M	Crespón tramas monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
278	CP.T.M.C.2.M		
279	CP.T.M.C.3.M		
280	CP.T.M.C.4.M		
281	CP.T.M.C.5.M		



PUNTADAS DE CONSOLIDACIÓN PUNTO DE HILBÁN

Nº	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
282	CP.U.M.F.1.H	Crespón urdimbres monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
283	CP.U.M.F.2.H		
284	CP.U.M.F.3.H		
285	CP.U.M.F.4.H		
286	CP.U.M.F.5.H		
287	CP.U.M.C.1.H	Crespón urdimbres monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
288	CP.U.M.C.2.H		
289	CP.U.M.C.3.H		
290	CP.U.M.C.4.H		
291	CP.U.M.C.5.H		
292	CP.T.M.F.1.H	Crespón tramas monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
293	CP.T.M.F.2.H		
294	CP.T.M.F.3.H		
295	CP.T.M.F.4.H		
296	CP.T.M.F.5.H		
297	CP.T.M.C.1.H	Crespón tramas monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
298	CP.T.M.C.2.H		
299	CP.T.M.C.3.H		
300	CP.T.M.C.4.H		
301	CP.T.M.C.5.H		

289



BIBLIOGRAFÍA

BONET ARACIL, M^a Angeles. *Tesis doctoral: Influencia de la estructura molecular de los ésteres de celulosa en la conservación y restauración de bienes culturales* Universidad Politécnica de Valencia. Alcoy. 2003.

BORREL MORA, Begoña. *Tesis doctoral: Estudio comparativo de diferentes materiales empleados en el sector de automoción.* Universidad Politécnica de Valencia. Alcoy. 2007

CASTANY SALANIGRAS, F. *Diccionario de tejidos*, editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1949.

DAVILA CORONA, Rosa M^a, DURAN PUJOL, Monserrat, GARCIA FERNANDEZ, Máximo. *Diccionario histórico de tela y tejidos.* Junta de Castilla y León consejería de cultura y Turismo. 2004.

LANDI, Sheila, *The textile conservator's manual.*Bautterworth Heinemann. Oxford. 1999.

MONLLOR PÉREZ, Pablo. *Tesis doctoral: Caracterización de microencapsulados aplicados sobre materiales textiles.* Universidad Politécnica de Valencia. Alcoy. 2007.

UNE 57092:2002 Papel y cartón. Envejecimiento acelerado.

UNE 57092-4 Tratamiento con calor húmedo a 80°C y 65% de humedad relativa

UNE EN ISO 1924-2:1994 “Determinación de las propiedades de tracción. Parte 2: Método con gradiente de alargamiento constante”

290







*G- Resultados y
discusión*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Materiales de consolidación

Uno de los procesos más delicados y decisivos para la preservación de cualquier textil es el proceso de consolidación. Desde hace ya algunos años se ha descartado la adhesión como método adecuado, siendo relegada a casos muy puntuales. El procedimiento más comúnmente empleado, siempre que la obra permita su manipulación, es el cosido de determinados soportes textiles o tejidos de consolidación a la tela original con diferentes puntos específicos de consolidación. (Vicente Palomino, 1998).

Con el fin de establecer el método de consolidación textil más adecuado para la tipología de obra llevada a estudio en esta tesis en el presente apartado se ha realizado un análisis pormenorizado y comparativo de los tejidos más empleados en este campo.

La consolidación en una obra de arte textil consta de tres elementos muy diferenciados:

- La obra real que se va a tratar, en este caso el Mantón de Manila
- El material (tejido de consolidación) con que se va a efectuar el refuerzo
- Las puntadas con las que se van a unir ambas.

En el apartado experimental se ha citado el procedimiento de preparación de las probetas y los distintos procesos de envejecimiento a las que se han expuesto y posteriormente se realiza la discusión de resultados.

292



g-Resultados y discusión.

Se empezará haciendo un desglose detallado de las características técnicas de cada tejido analizado, estudiando su respuesta hacia tres procesos de envejecimiento artificial acelerado, comparando sus valores antes y después de la exposición.

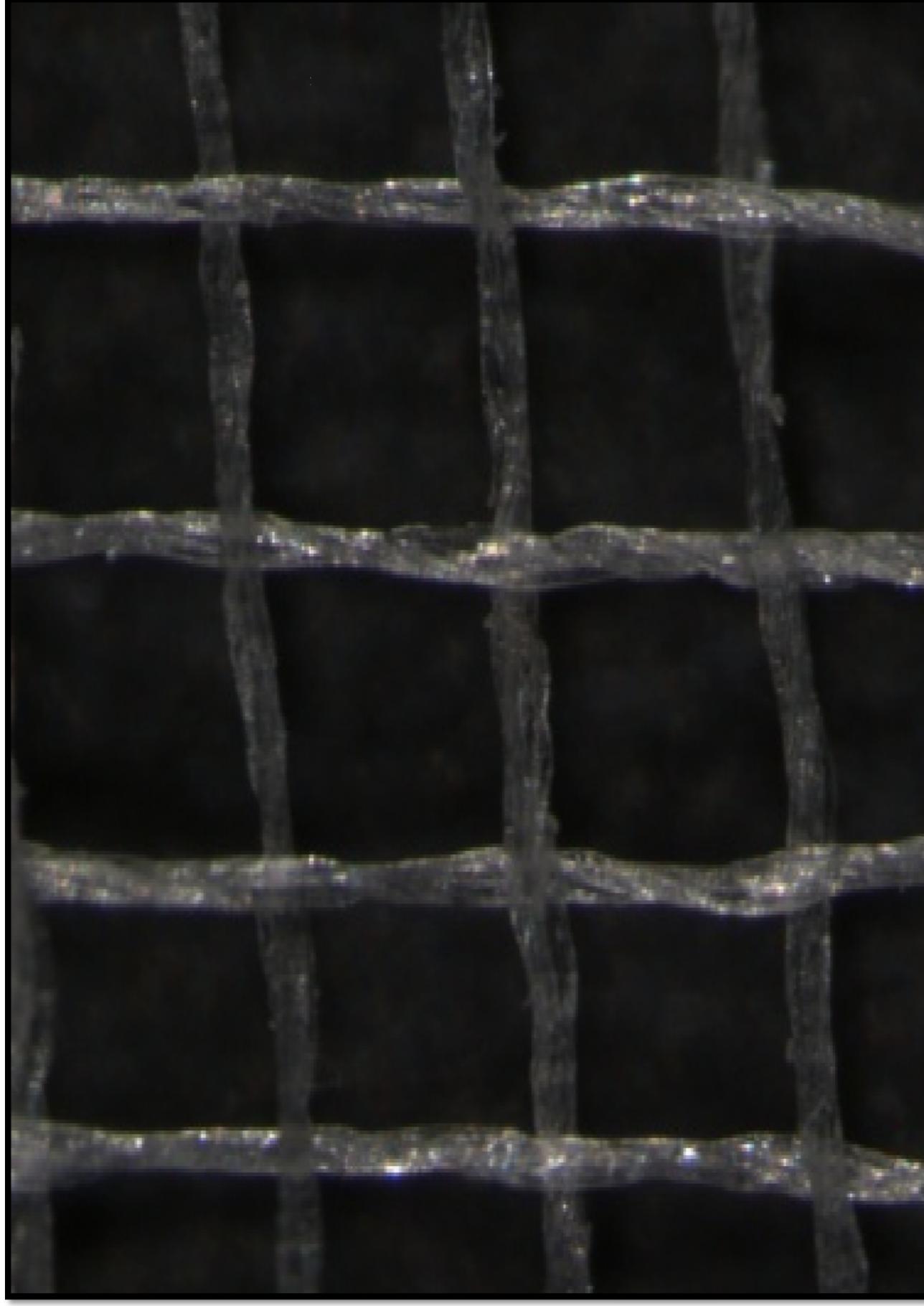
El orden de presentación de resultados del estudio de los tejidos de consolidación es:

1. Crepelina de seda
2. Pongé de seda
3. Organza de seda
4. Tul de seda
5. Monofilamento de nylon

293







1. CREPELINA DE SEDA

La crepelina de seda es un tejido de calada de seda 100%, con una densidad similar por trama y urdimbre, y con ligamento de tafetán. Se trata de un material muy utilizado en el campo de la conservación textil en el tratamiento de consolidación como capa de intervención o protección por su alto grado de transparencia.

Tiene una finura de hilo de 3 tex, igual en trama que en urdimbre, y un peso de 0,0153 Kg/m².

Su observación con el microscopio estereoscópico corrobora que su torsión es similar por trama y por urdimbre, torsionados los hilos de trama y de urdimbre en modo "Z".

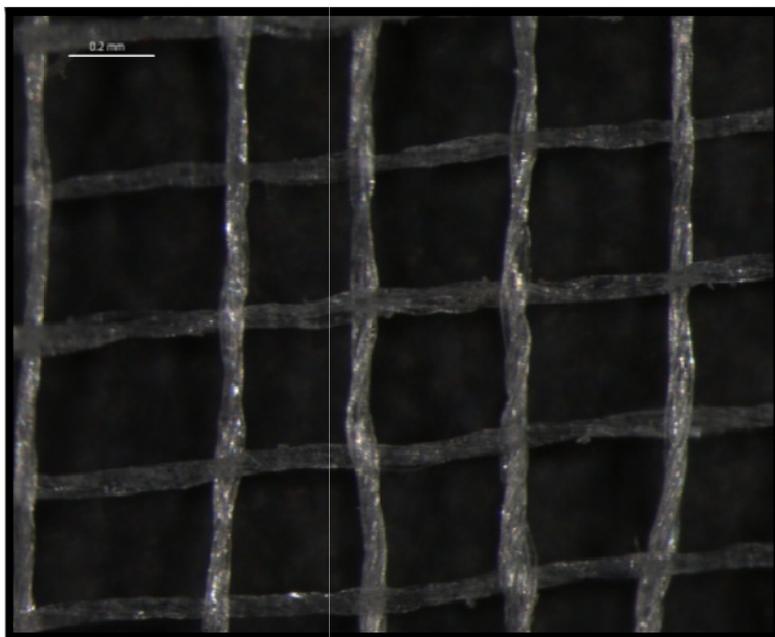


Ilustración 1 Microfotografía de la crepelina de seda 40 X.

296



La obtención mediante SEM de la imagen de electrones retro dispersados del hilo de la crepelina de seda muestra una superficie tosca e imperfecta más deteriorada o deformada en las zonas de torsión. Ilustraciones 2 y 3.

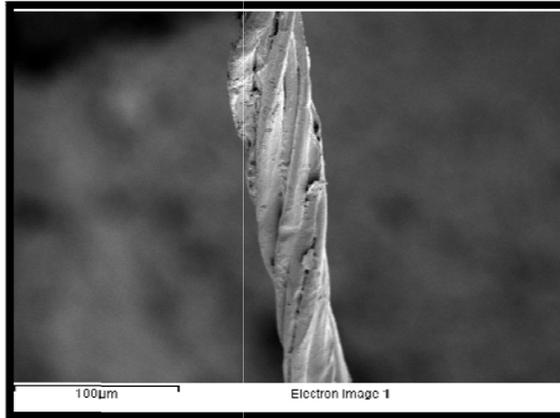


Ilustración 2. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) de la una fibra de crepelina de seda sin envejecer y sin exponer a fuerzas mecánicas, .x350.

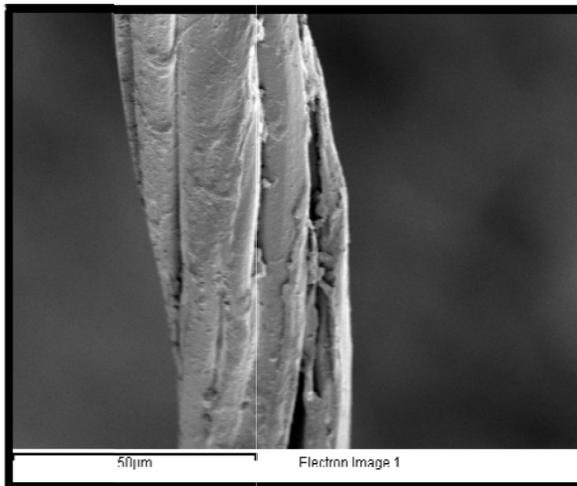


Ilustración 3. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) de una fibra de crepelina de seda sin envejecer y sin exponer a fuerzas mecánicas, x1000.

297



A continuación se van a desglosar los datos obtenidos del tejido antes de ser sometido a los distintos factores de envejecimiento artificial acelerado para compararlos posteriormente con los datos obtenidos tras ser envejecido.

El modo de trabajar con este tejido en la conservación de textiles es tintarlo con el mismo color de la obra de arte a tratar con él, para potenciar su invisibilidad. Pero si lo estudiásemos en este estado, sería más complicado conocer sus variaciones y comparar su estado de envejecimiento sin tener que descifrar el deterioro de su proceso de tinción.

Así, comenzamos indicando sus coordenadas en el espacio de color CIELab en su estado sin envejecer.

Estos valores se miden con los índices de coordenadas del espacio CIELab, y no sobre grados de blanco de los tejidos sin envejecer, que podrían llevar a pensar que un tejido más amarillento en un inicio se comporte peor en los procesos de envejecimiento artificial acelerado si no lo comparásemos consigo mismo antes de envejecer. La crepelina de seda es un tejido con un índice de luminosidad elevado ($L^*=84,34$) y con un equilibrio bastante claro entre los tonos rojos y verdes (a^* próximo a cero), mostrando un acercamiento a los amarillos ($b: 10>0$).

En la tabla 1 se presentan las mediciones realizadas en las probetas nº C.S.E.T.5 y C.S.E.T.5.



Tabla 1. Valores de las coordenadas L*a*b* (CIELab) de la crepelina de seda sin envejecer

Nombre	Estado	L*	a*	b*
Crepelina	SCI/100	84,3492	0,1994	10,3845

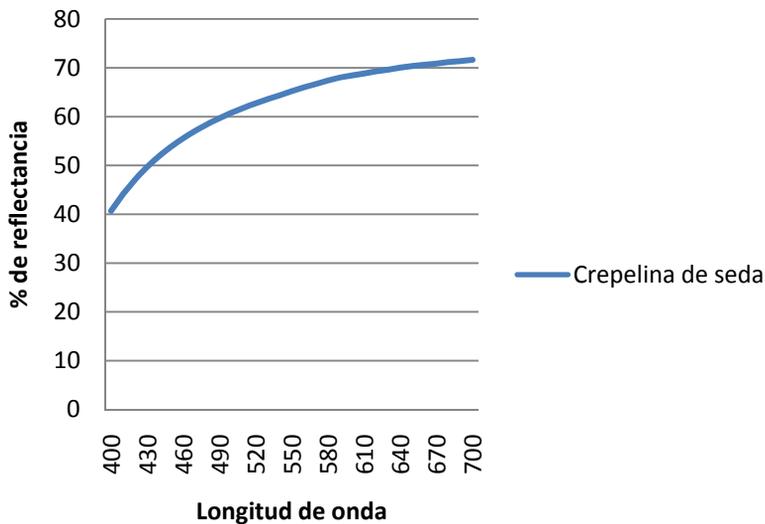


Figura 1. Espectro de reflectancia de la crepelina de seda sin envejecer

Otro de los factores que caracterizan a los tejidos son sus valores de resistencia mecánica.

Los resultados muestran respuestas muy similares en trama y urdimbre, reflejo de su naturaleza semejante, teniendo más capacidad de resistencia que de elongación, tanto en tramas como en urdimbres, factor que puede provocar problemas con las fluctuaciones naturales de los textiles a consolidar puesto que no les permite que se muevan con flexibilidad.

299



Desde el punto de vista de un conservador de obra textil, esto puede suponer una ventaja o desventaja según se analice, si lo que se busca es conseguir una gran resistencia unida a transparencia, en una pieza que sabemos no va a sufrir ningún movimiento, es interesante su uso, pero si por el contrario, se presupone que esta pieza puede estar expuesta a agentes de alteración o a movimientos mecánicos bruscos, puede provocar problemas de estabilidad y llegar a inducir más deterioro de los que la obra de arte tenía inicialmente.

En la tabla 2 y la figura 2 se indican las medidas realizadas en las probetas C.S.E.T.5 y C.S.E. T.5. La capacidad de resistencia oscila entre 12,53 N/cm en urdimbres y 13,26 N/cm en trama y su capacidad de elongación de un 10,91% en tramas a un 14% en urdimbres.

Tabla 2. Resultados de la resistencia mecánica a la tracción de la crepelina de seda sin envejecer.

Material		F.H.N	N/cm	%
		S.E	S.E	S.E.
Crepelina de seda	tramas	66,32	13,26	10,91
	Urdimbres	62,65	12,53	14,00

F.H. resistencia a la rotura
N/cm: capacidad de resistencia
%: capacidad de elongación
S.E.: Sin envejecer



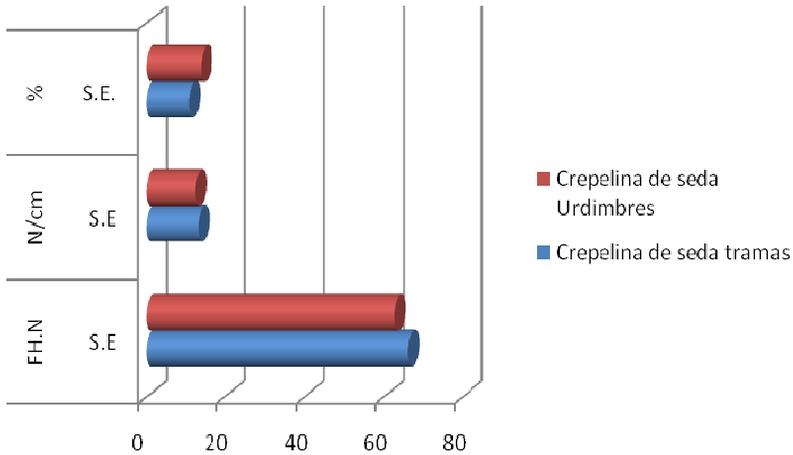


Figura 2. Capacidad de resistencia de la crepelina de seda sin envejecer en tramas y urdimbres. (FH = fuerza máxima medida en Newtons; N/cm = Capacidad de resistencia medida en N/cm. % = alargamiento expresado en porcentaje respecto la longitud inicial).

Comparando las curvas de resistencia a la tracción en trama y urdimbre (figura 3 y 4) de las cinco replicas, se podría afirmar si buscamos diferencias aunque fuesen mínimas entre ambas, que la urdimbre tiene más capacidad de elongación que la trama pero no la misma capacidad de resistencia, siendo la trama un hilo más rígido que la urdimbre.



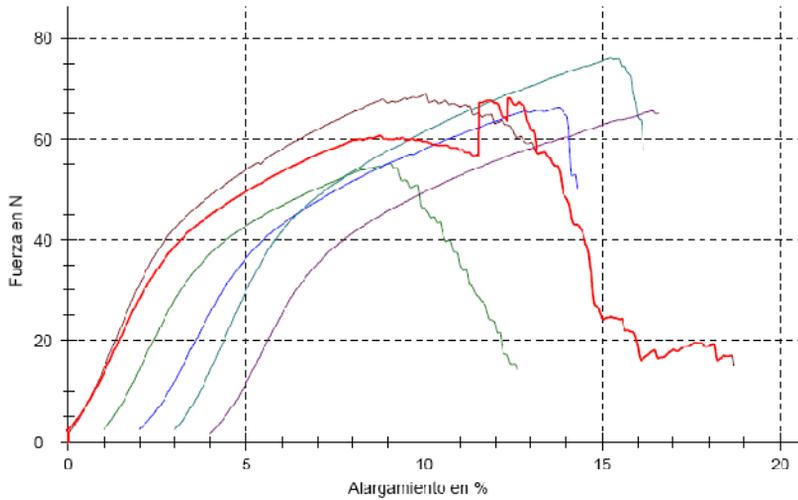


Figura 3. Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda en tramas .

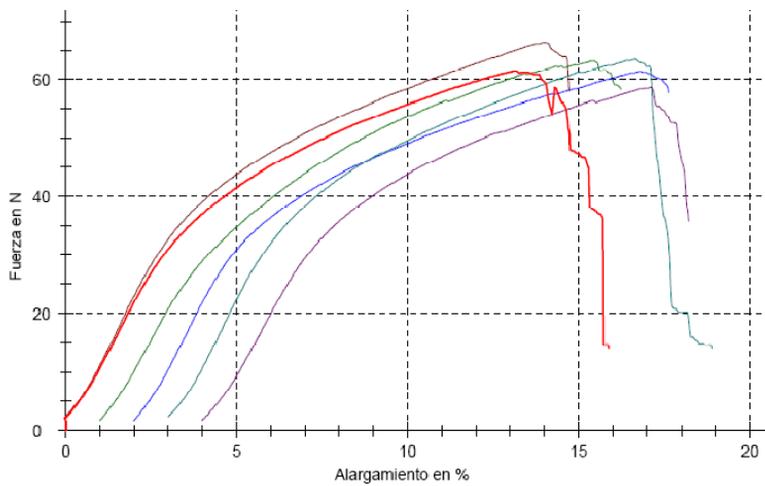


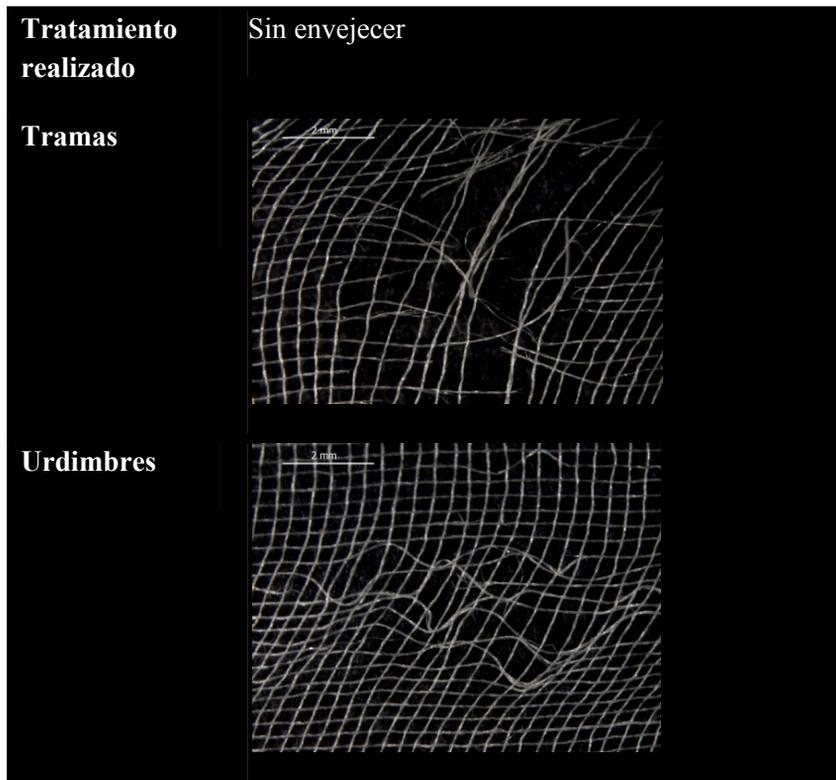
Figura 4 Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda en urdimbres.

302



La observación del tejido tras los momentos de estrés extremo al que ha sido expuesto permite saber hasta qué punto la deformación y posterior fractura afecta al tejido llevado a estudio. Estas roturas, vistas al microscopio estereoscópico, nos permiten apreciar que tanto en trama como en urdimbre los resultados son similares, haciendo en ambos casos un efecto “goma” sobre los hilos, provocando una deformación en su torsión y en la alineación del ligamento, en las zonas en las que no llega a fracturarse. Dichos hilos una vez han sobrepasado sus niveles elásticos se vuelven plásticos deformando el tejido antes de fraccionarse (tabla 3).

Tabla 3 . Microfotografías de las roturas de la crepelina de seda sin envejecer en tramas y urdimbres 8x.



303



En las imágenes de electrones retro dispersados (SEM) se aprecian diferencias entre el hilo de la crepelina de seda previo al estiramiento máximo y después de la rotura, mostrando, tras el estiramiento, una pérdida en el grado de torsión observándose un ahuecamiento o separación de los filamentos que forman el hilo (ilustración 4).

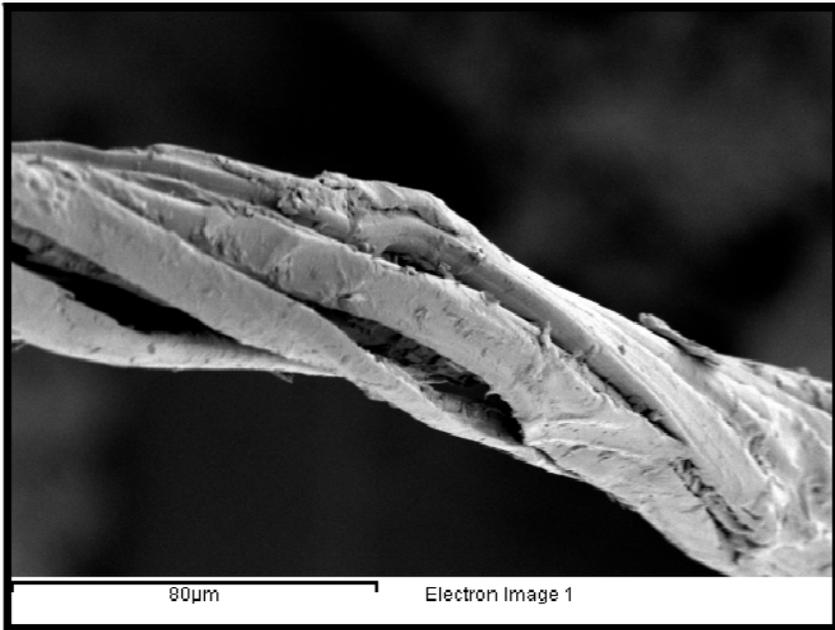


Ilustración 4. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) de la crepelina de seda sin envejecer tras una rotura ,650x.

Observando la zona de rotura podemos apreciar que se produce un abultamiento en el extremo fraccionado de la fibra, resultado de una posible deformación anterior a su fractura, sin embargo, en su interior la fibra luce un aspecto denso (ilustración 5). El efecto “goma” se hace muy patente en la imagen del SEM, encontrando que su deformación elástica ha llevado a un mantenimiento de la curvatura forzada del hilo al tensarse. Llegando incluso a soltarse de la torsión inicial, girando independiente unas fibras de seda de otras (ilustración 6).



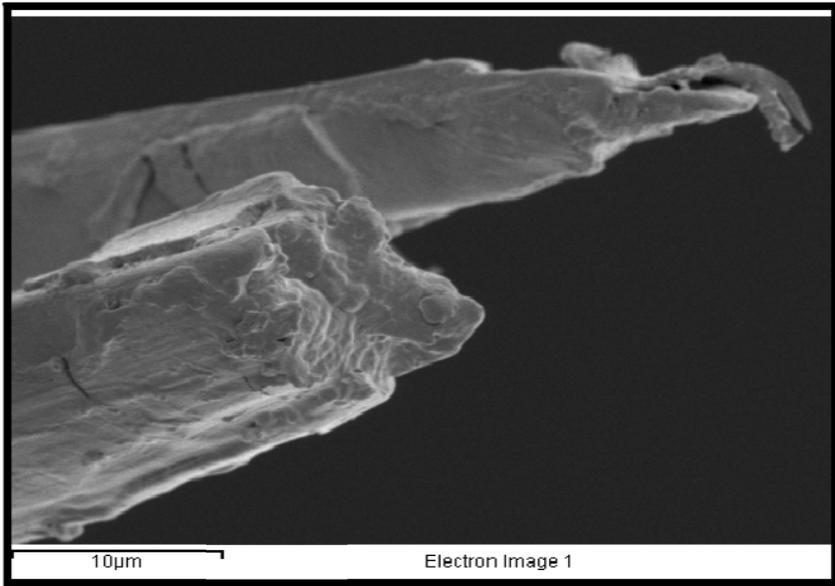


Ilustración 5. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del extremo del hilo de la crepelina de seda sin envejecer tras una rotura, x1600.

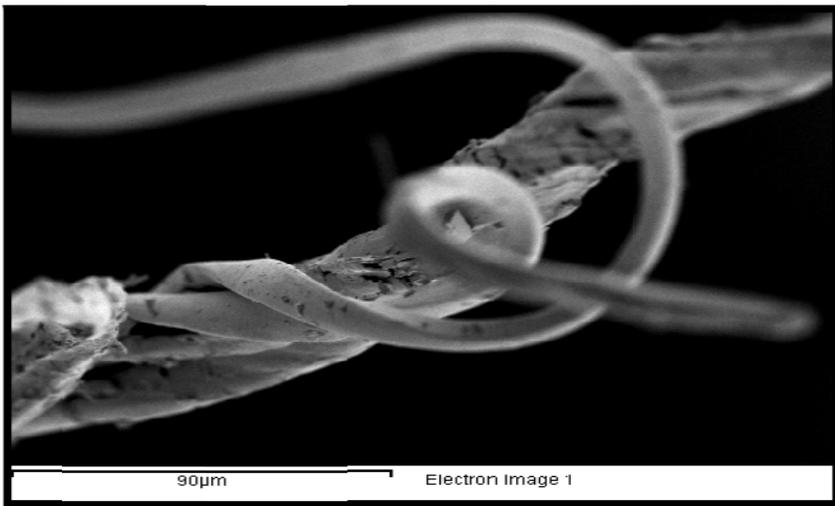


Ilustración 6. Imagen de electrones retro dispersados (SEM) de la crepelina de seda sin envejecer tras una rotura, x600.

305



La superficie de la fibra se ve alterada tras la fractura, haciendo que el recubrimiento externo liso que tiene la seda sin envejecer se cuartee y se desprenda parcialmente como consecuencia de la tensión a la que ha sido sometida (ilustración 7).

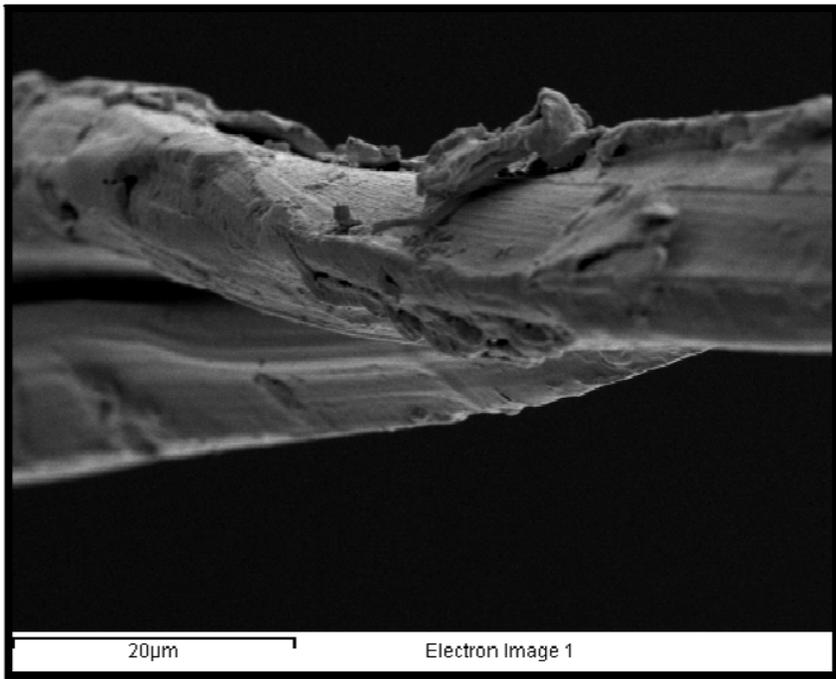


Ilustración 7. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) de la crepelina de seda sin envejecer tras una rotura, x2000.



La determinación de la estructura química mediante FTIR-ATR* del tejido de la crepelina de seda (Figura 5 y tabla 4) confirma su naturaleza proteínica de la amida procedente de la seda, caracterizada por la presencia de las bandas IR a $1696\text{-}1622\text{ cm}^{-1}$ correspondiente a la vibración de tensión asociada al grupo $\text{C}=\text{O}$ en una amida I, la banda IR a 1508 cm^{-1} correspondiente a la vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina II ($\text{R-NHR}'$), la banda a 1229 cm^{-1} correspondiente a la vibración de tensión asociada a una amida III, 1062 cm^{-1} y $991\text{-}974\text{ cm}^{-1}$ se corresponden con la vibración de tensión Gly-Gly y vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH y vibración de tensión Gly-Ala, respectivamente.

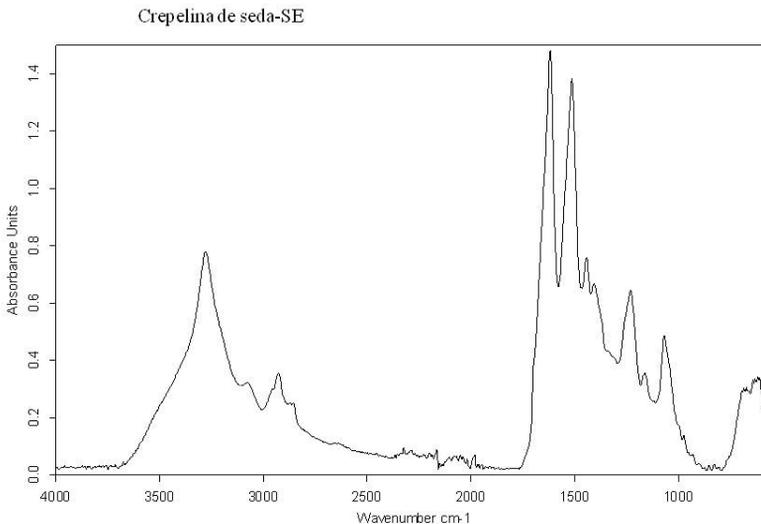


Figura 5. Espectro IR de la crepelina de seda sin envejecer

307

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



Tabla 4 Identificación de las bandas IR de la crepelina de seda sin envejecer

Crepelina de seda, SE	ASIGNACIÓN
$\lambda(\text{cm}^{-1})$	
3524	Vibración de tensión asociada al grupo NH
3282	Vibración de tensión asociada al grupo OH
3070	Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
2958	Vibra. tensión a simétrica -CH ₃
2930-2870	Vibración de tensión asimétrica/simétrica asociadas al grupo -CH ₂ -
1620	Vibración de tensión asociada al grupo C=O en una amida I
1515	Vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina II (R-NHR'),
1441	Vibra. flexión simétrica de los grupos -CH ₂
1402	Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
1329	Vibración de flexión en el plano asociada al grupo C-H
1234	Vibración de tensión asociado a una amida III
1065	Vibración de tensión asociado al grupo C-O-C; Vibración de tensión Gly-Gly
994-924	Vibraciones de flexión del grupo C-H en un anillo, n=6; Vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH; Vibración de tensión Gly-Ala

Una vez estudiado el comportamiento de la crepelina de seda sin envejecer, pasamos a someterla a tres de los agentes atmosféricos que más deterioran, como son el calor seco, el calor húmedo y la radiación ultravioleta.



Dicho estudio se ha llevado a cabo para comprobar los niveles de inestabilidad de los tejidos y poder comprobar si cumplen las premisas mínimas de estabilidad que las telas de refuerzo que se utilizan en los procesos de consolidación textil deben cumplir, para ser considerados válidos en estos tratamientos.

Con los resultados se realizó una comparativa de la crepelina de seda una vez expuesta a cada factor de envejecimiento artificial acelerado por separado con ella misma sin envejecer, finaliza el estudio con una comparativa entre los tres agentes de deterioro y comprobar cuál de ellos afecta en mayor medida al tejido.

Las medidas se han hecho sobre los tejidos en trama y en urdimbre, y así ratificar que la dirección en que se coloque la tela de consolidar no modifica sus valores tanto colorimétricos como de capacidad de resistencia según la dirección del ligamento.

Las exposiciones a los factores de deterioro seguirán el siguiente orden de presentación de resultados:

- Cámara de radiación ultravioleta (UV)
- Cámara de calor seco (T)
- Cámara de calor húmedo (T/HR)



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La exposición a la radiación ultravioleta se prolongó durante un ciclo de 72h, tras el cual se realizó una observación al microscopio estereoscópico (ilustración 8), en la que se pudo discernir “amarilleamiento”.

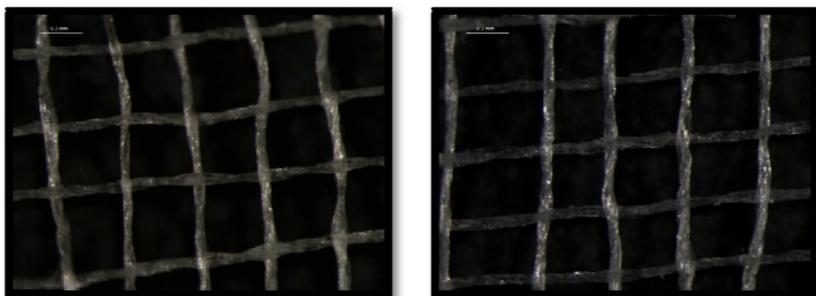


Ilustración 8. Microfotografías: Izquierda, Crepelina de seda tras 72 h expuesta a la radiación ultravioleta, x40. Derecha, Crepelina de seda de seda sin envejecer, x40.

En la figura 6, se presenta la comparativa de los espectros obtenidos en las probetas C.E.UV.T.5 y C.E.UV.U.5 con el espectrofotómetro de reflexión, donde el espectro de la crepelina de seda sin envejecer dista mucho de los espectros en tramas y urdimbres de la crepelina de seda envejecida por exposición a la radiación ultravioleta, lo que supone un cambio cromático muy acusado.



Los resultados de las medidas realizadas sobre la trama y la urdimbre son idénticas, como refleja la figura 6, por lo que dicho tejido no modificará su cambio cromático en ninguno de los dos sentidos del ligamento. Esto permite al conservador despreocuparse a nivel cromático de la direccionalidad del ligamento en sus actuaciones.

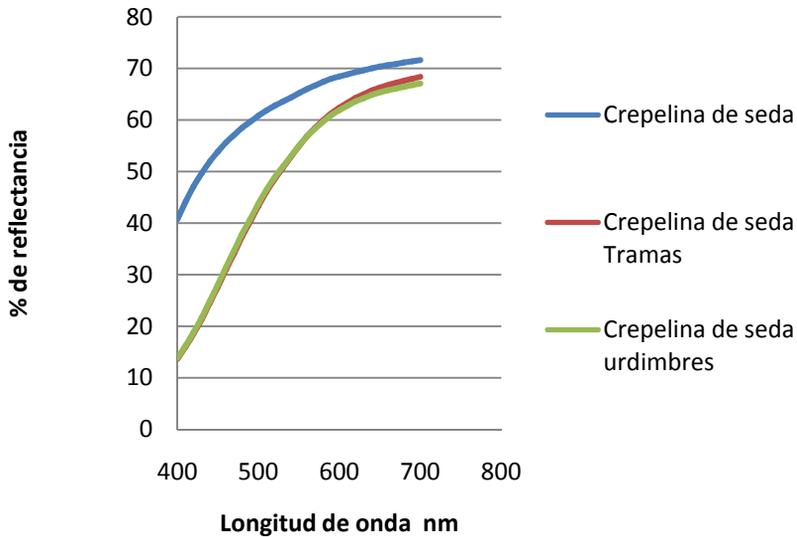


Figura 6. Comparativa de los espectros de reflectancia infrarroja de la crepelina de seda sin envejecer línea azul y envejecida en tramas y urdimbres líneas roja y verde, respectivamente.

La crepelina de seda modifica de manera muy acusada su cromatismo al ser expuesta a la radiación ultravioleta. Se debería de tener en cuenta que en todos los procesos de restauración que se realicen con este tejido hay que protegerlos de esta radiación.



La variación cromática de la crepelina de seda en este proceso de envejecimiento altera la luminosidad de forma drástica, con un diferencial en el parámetro ΔL^* de -6,2, lo que nos muestra un oscurecimiento notorio, con una tendencia al rojizo y un grado de amarilleamiento muy elevado, mostrando diferenciales en el parámetro b^* de 20,24, Tabla 5.

Tabla 5 Índices cromáticos de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta.

	SE	UV	
L	84,3492	78,1488	
a*	0,1994	1,5274	
b*	10,3845	30,6242	
		-6,2004	ΔL^*
		1,3280	Δa^*
		20,2397	Δb^*
		20,2097	ΔE_{ab}^*

El diferencial ΔE_{ab}^* que es el que permite determinar si el ojo humano percibe la variación cromática o no, es de 20,2097, a cualquier valor $\Delta E_{ab}^* > 1$ el ojo lo detecta por pequeña que sea la variación. Así que con una variación tan alta la apreciación visual es muy notoria, como hemos apuntado en los resultados observados en el microscopio estereoscópico.

En la Tabla 6, se presentan los resultados de los índices de resistencia de la crepelina de seda envejecida por radiación ultravioleta, observándose que disminuyen mucho sus valores de resistencia a la tracción en tramas, llegando a reducirse de 66,32 F.HN sin alterar a 4,82 F.HN tras su exposición, alterando también su capacidad de resistencia de 13,26 N/cm sin envejecer a 0,96 N/cm.



Desde el punto de vista de un conservador de obra textil, esto puede suponer una ventaja o desventaja según se analice, si lo que se busca es conseguir una gran resistencia unida a transparencia, en una pieza que sabemos no va a sufrir ningún movimiento, es interesante su uso, pero si por el contrario, se presupone que esta pieza puede estar expuesta a agentes de alteración o a movimientos mecánicos bruscos, puede provocar problemas de estabilidad y llegar a inducir más deterioro de los que la obra de arte tenía inicialmente.

En la tabla 2 y la figura 2 se indican las medidas realizadas en las probetas C.S.E.T.5 y C.S.E. T.5. La capacidad de resistencia oscila entre 12,53 N/cm en urdimbres y 13,26 N/cm en trama y su capacidad de elongación de un 10,91% en tramas a un 14% en urdimbres.

Tabla 2. Resultados de la resistencia mecánica a la tracción de la crepelina de seda sin envejecer.

Material		F.H.N	N/cm	%
		S.E	S.E	S.E.
Crepelina de seda	tramas	66,32	13,26	10,91
	Urdimbres	62,65	12,53	14,00

F.H. resistencia a la rotura
N/cm: capacidad de resistencia
%: capacidad de elongación
S.E.: Sin envejecer



Las gráficas de las roturas nos muestran una crepelina de seda con un índice de alargamiento cercano a un 14% en su estado sin envejecer y un índice envejecido que no llega ni al 1% (figura 8).

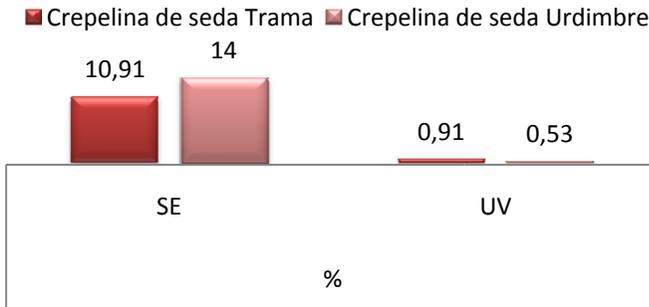


Figura 8. Capacidad de elongación de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta.

La resistencia a la rotura disminuyen también de forma drástica disminuyendo desde 66 N a 4 N en tramas, lo que supone pasar a un tejido muy quebradizo (figura 9).

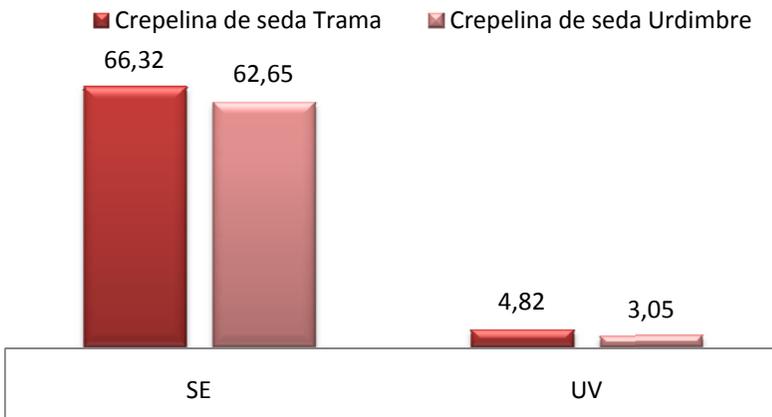


Figura 9. Resistencia a la rotura de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta.



Con los resultados que ofrece el dinamómetro se pueden cuantificar los efectos dañinos que la radiación ultravioleta produce en la crepelina de seda (figuras 10-11).

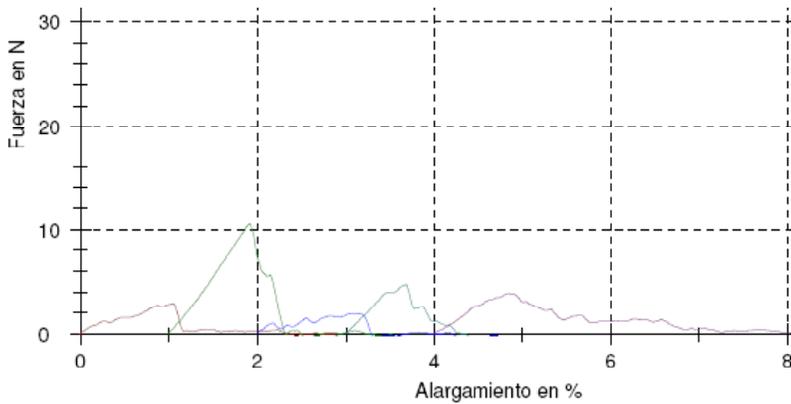


Figura 10. Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda tramas envejecida por radiación ultravioleta.

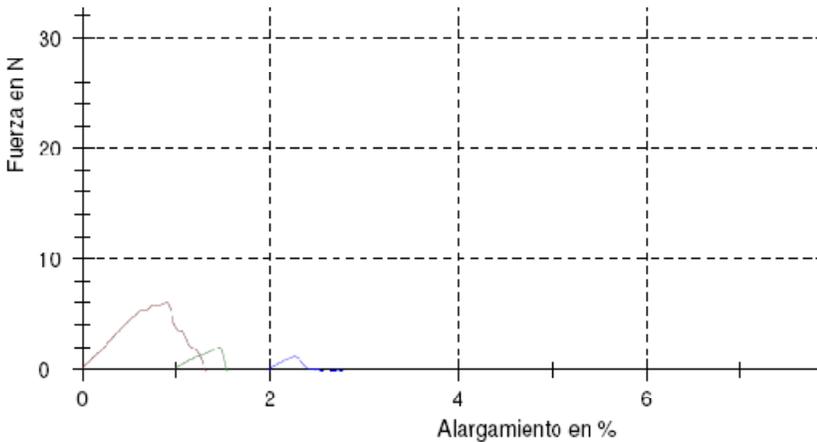


Figura 11. Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda urdimbres envejecida por radiación ultravioleta.



Con la radiación ultravioleta, todos sus valores de resistencia se anulan de forma radical, como se puede apreciar en las comparativas de sus curvas de resistencia (figura 12), pasando de un tejido adaptable, con una flexibilidad adecuada, a un tejido rígido y quebradizo incapaz de mantener un mínimo índice de alargamiento.

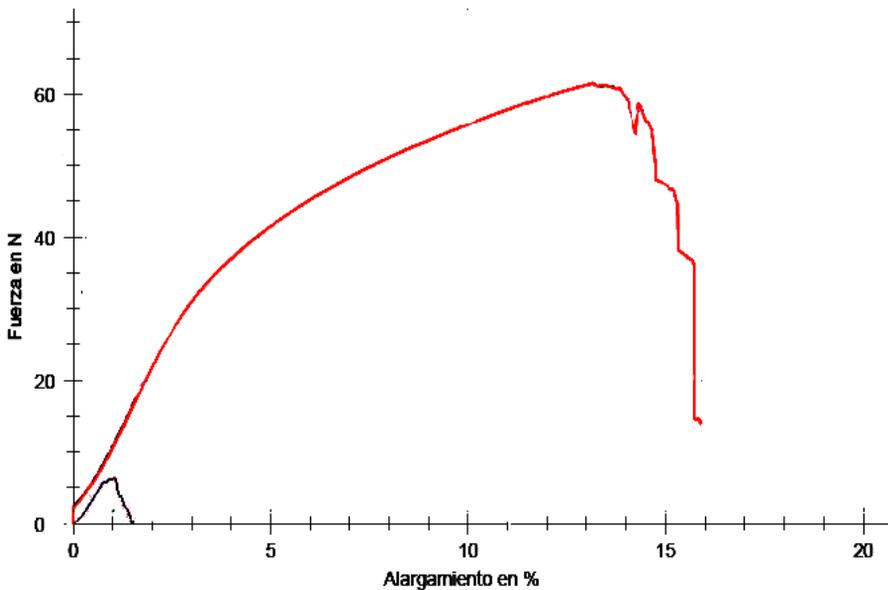


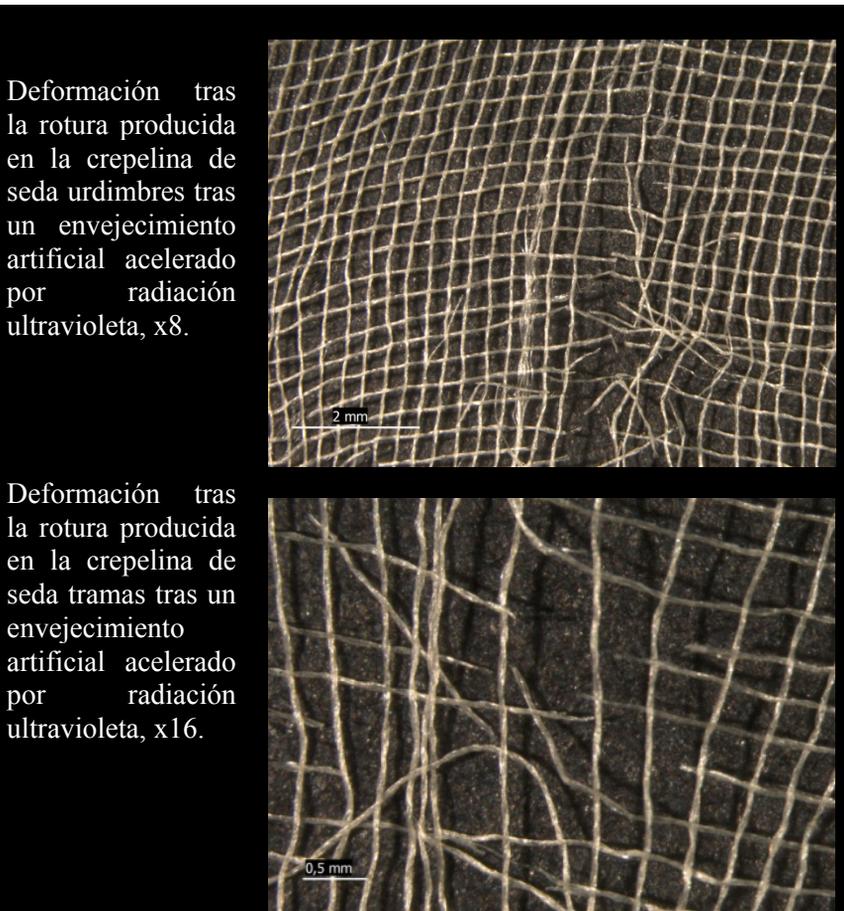
Figura 12. Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda sin envejecer (línea roja) y envejecida artificialmente con radiación ultravioleta (línea negra).

Los cambios en las curvas de resistencia a la tracción de la trama y la urdimbre son prácticamente similares dada la naturaleza parecida de ambas, así que sólo se ha optado por mostrar de forma comparativa las curvas sin envejecer de una de ellas.



Los efectos de la tensión extrema sobre el tejido envejecido que se pueden apreciar de forma visual son muy diferentes al tejido sin envejecer, el efecto “goma” que se apreciaba en el tejido sin envejecer se transforma en una fractura limpia sin la pérdida de la ortogonalidad del ligamento (tabla 7).

Tabla 7. Microfotografías de la rotura en crepelina de seda sometida a un ciclo de 72h de envejecimiento artificial acelerado por radiación UV.



Esta degradación se puede observar con mayor detalle mediante las imágenes obtenidas por SEM, analizando el aspecto de las fibras y la zona de la rotura.

La radiación ultravioleta provoca un deterioro visible con un efecto de sequedad en la fibra, y como consecuencia, una visión escamada y muy pulverulenta de su superficie.

Al comparar la fibra antes y después del envejecimiento en la zona de rotura, ésta ofrece un aspecto totalmente diferente, pasa de ser una fibra densa a convertirse en una fibra ahuecada (tabla 8).

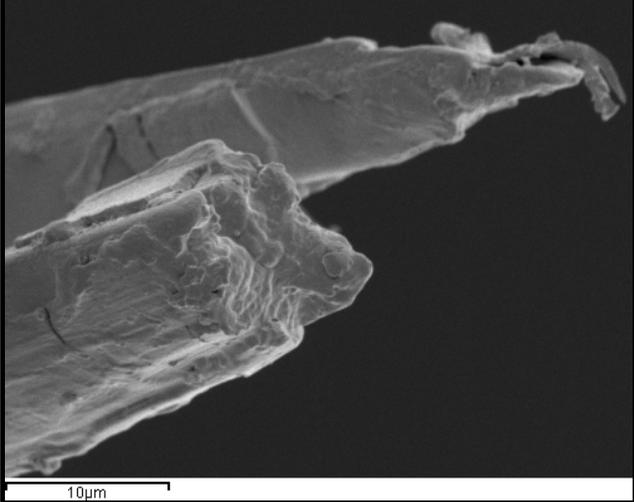
El aspecto de las paredes de las fibras es similar, siendo escamado antes y después del envejecimiento (tabla 9).



G-Resultados y discusión. Crepelina de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta.

Tabla 8 Comparativa entre las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de las roturas de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h, x3000.

Fibra de crepelina de seda sin envejecer en la zona de rotura. X3000



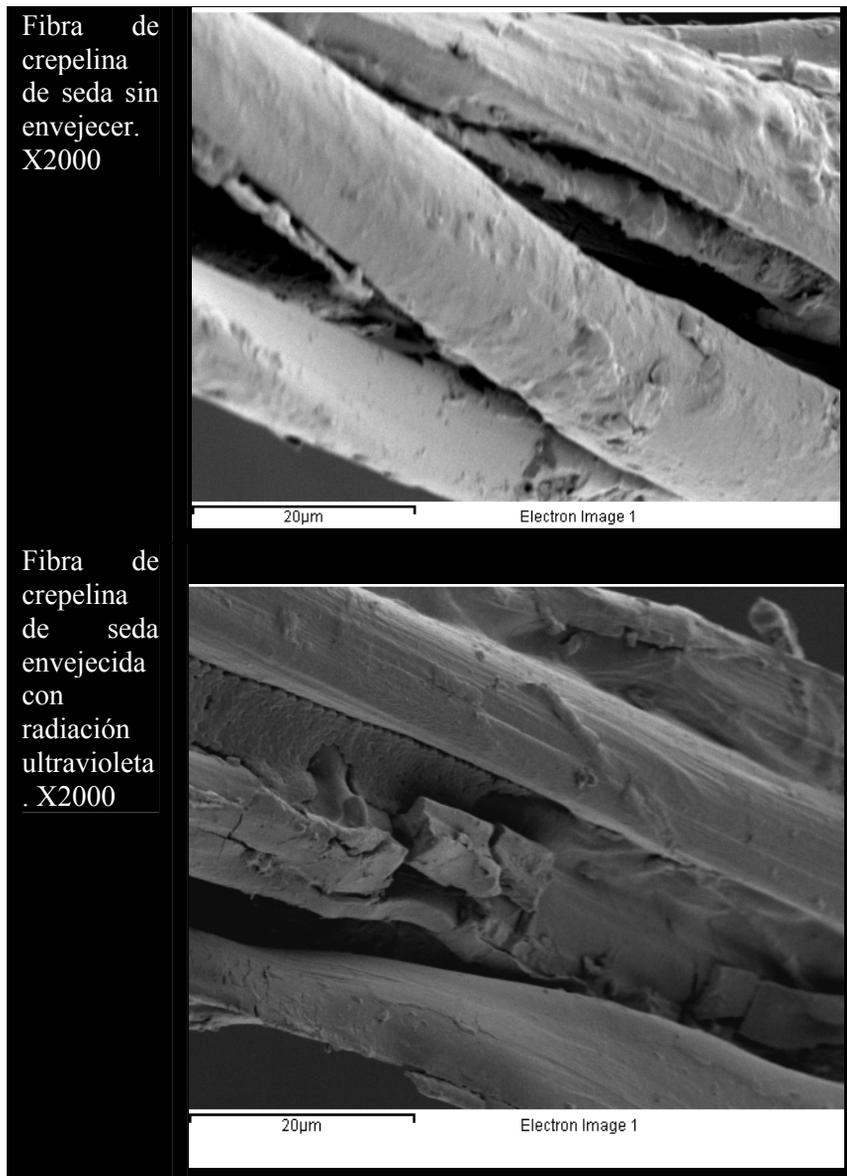
Fibra de crepelina de seda envejecida con radiación ultravioleta en la zona de rotura. X3000



319



Tabla 9 Comparativa entre las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de las paredes tras las roturas de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h, x2000.



320



En la Figura 13 se presenta la comparación entre los espectros IR de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida durante un ciclo de 72h por radiación ultravioleta. Se observa que se produce una leve disminución en la absorbancia de la banda OH, mientras aparece un ligero hombro a 1741 cm^{-1} correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O) de un grupo ester (esto podría indicar que el polímero de la seda se está oxidando). A su vez se produce un ligero desplazamiento hacia longitudes de onda mayores de la banda del carbonilo de la amida I, siendo indicativo de la pérdida de enlaces por puentes de hidrógeno.

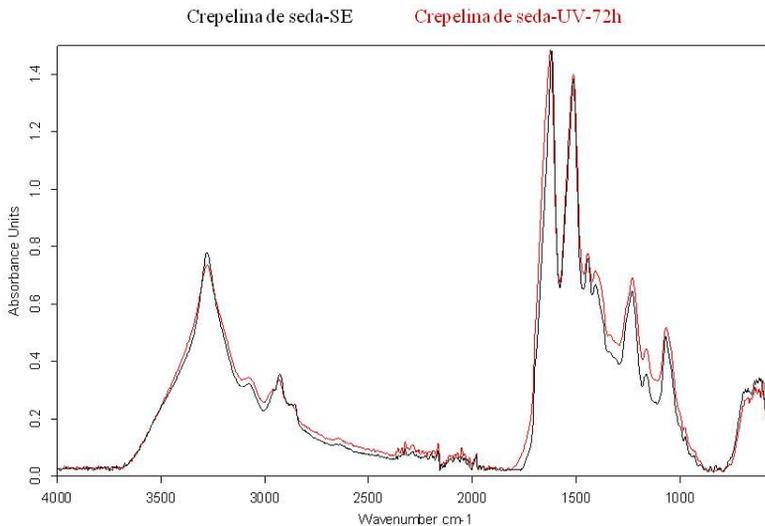


Figura 13. Espectros IR de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h.

321



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACCELERADO POR CALOR SECO

En el caso de la exposición de la crepelina de seda al calor seco, también exhibe una variación cromática visible a simple vista, lo que imposibilita una estabilidad de la intervención en el futuro, alterando de manera demasiado agresiva a la obra de arte textil tratada con ella.

En este caso al igual que en la exposición a la radiación ultravioleta, las tramas y las urdimbres varían cromáticamente de forma paralela. Según su observación mediante el microscopio estereoscópico se distinguen cambios más leves que las observadas en la crepelina expuesta a la radiación ultravioleta, únicamente se aprecia un ligero “amarilleamiento” que se hará más patente en las medidas con el espectrofotómetro de reflexión (ilustración 9).

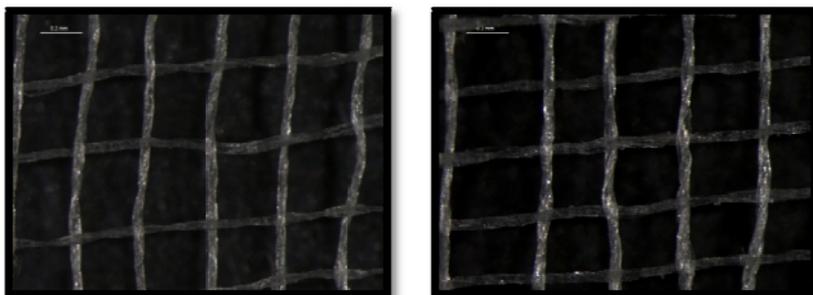


Ilustración 9. Microfotografías de la crepelina de seda: Izquierda, exposición de un ciclo de 72h en calor seco, x40, Derecha sin envejecer. X40.

En la figura 14 se presenta la comparación llevada a cabo entre los espectros de reflectancia de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor seco (72h). Se distingue una gran variación entre ambos espectros, aunque cabe señalar que esta diferencia es menor a la observada en el caso del envejecimiento por radiación ultravioleta.

322



El cambio cromático que se aprecia, varía de forma similar tanto en tramas como en urdimbres, por lo que la aplicación de la crepelina de seda en los procesos de consolidación textil no experimentará cambios, tanto si se utiliza en una dirección como en la otra.

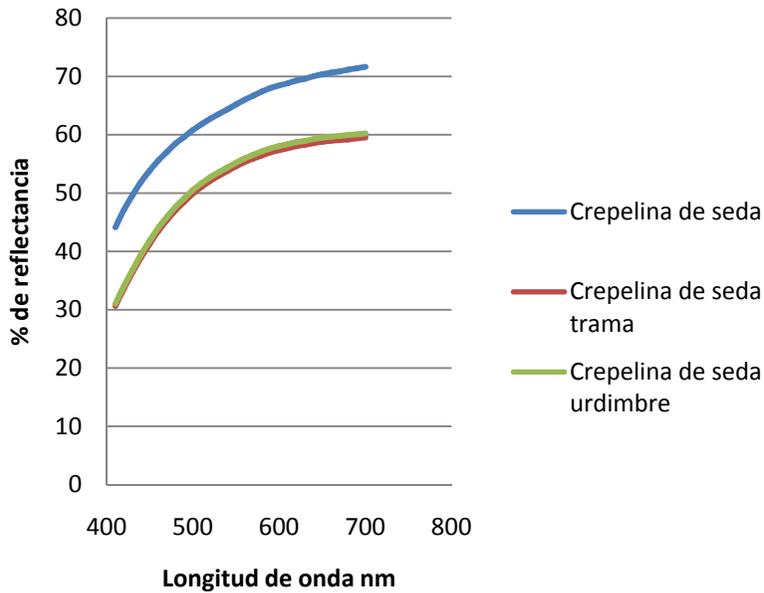


Figura 14. Espectro de reflectancia de la crepelina de seda tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco, línea azul y en tramas y urdimbres tras ser sometida a la cámara envejecimiento por calor seco, línea roja y verde, respectivamente.

Con la exposición a la estufa de la crepelina de seda se oscurece o altera su luminosidad en valores similares al cambio que se produce con la radiación ultravioleta, sin percibirse prácticamente cambios en el valor a^* mostrando una pequeña fluctuación hacia los verdes, sin embargo, el grado de amarilleamiento si que se hace más notorio en los valores b^* , aumentando en más de tres puntos a su valor sin envejecer (tabla 10).

323



Tabla 10. Índices cromáticos de la crepelina de seda envejecida por calor seco y sin envejecer.

	SE	T	
L	84,3492	78,3584	
a*	0,1994	-0,7421	
b*	10,3845	13,6696	
		-5,9908	ΔL^*
		-0,9416	Δa^*
		3,2851	Δb^*
		6,8971	ΔEab^*

El diferencial ΔEab^* es de 6,8971, así que con esta variación la apreciación visual es notoria aunque no tan evidente como la obtenida por el factor de exposición a la radiación ultravioleta (tabla 5).

Los diferenciales de resistencia de la crepelina de seda en tramas y urdimbres sufren variaciones similares. Así, los cambios de la crepelina de seda en su capacidad de resistencia tras ser expuesta a calor seco, no son tan drásticos como los obtenidos tras pasar por la cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta, sin embargo, su capacidad de elongación disminuye de forma notoria menguando a la mitad su capacidad, pasando de índices del 14% a 6,23% (tabla 11).

Los cambios en su resistencia son mínimos oscilando de 13,26 N/cm a 11,6 N/cm. (figura 15).

324



Tabla 11. Capacidad de resistencia de la crepelina de seda sin envejecer y envejecido con calor seco en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		T	T	T
Crepelina de seda	Tramas	57,98	11,62	6,63
	Urdimbres	57,54	11,51	6,23

F.H.: resistencia a la rotura N/cm : capacidad de resistencia;
 %:capacidad de elongación

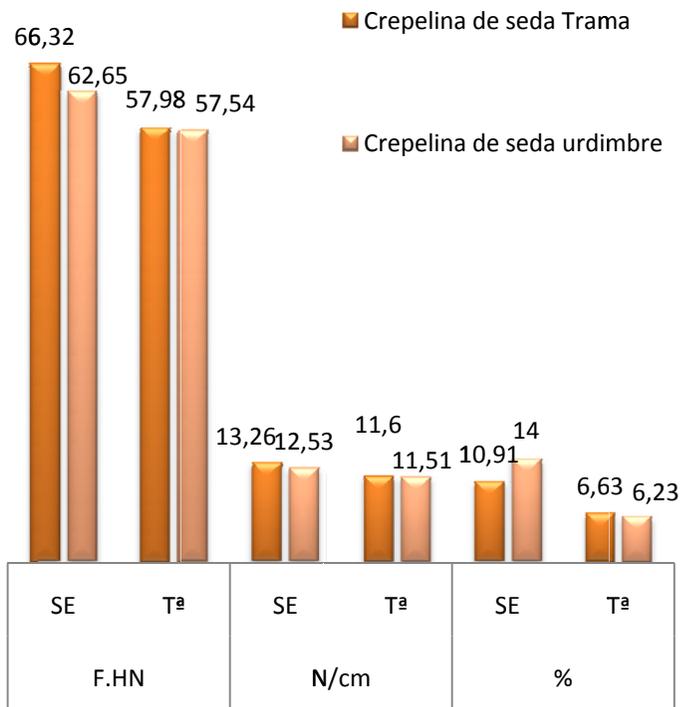


Figura 15 Valores de capacidad de resistencia de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor seco, 72h

325



Las temperaturas altas menguan la capacidad de elongación de la crepelina de seda sin perder porcentaje su capacidad de resistencia (figura 16).

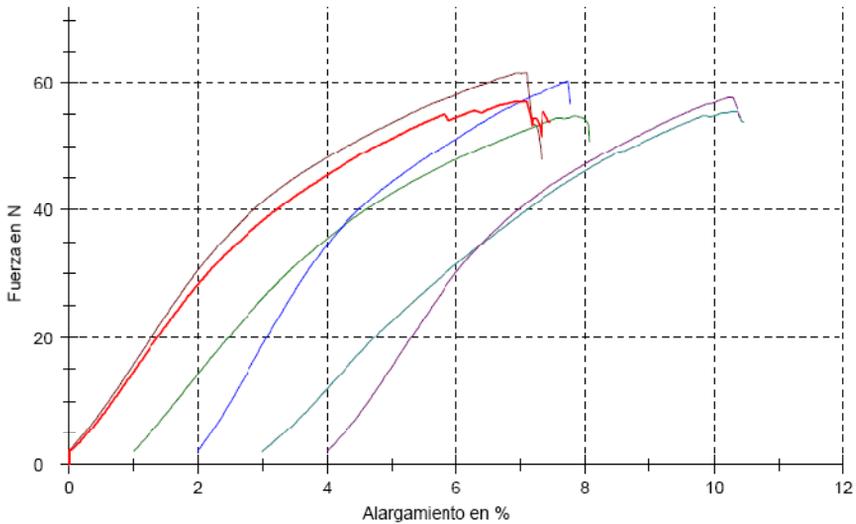


Figura 16. Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda urdimbre envejecida con calor seco.

La comparativa de las curvas de resistencia de la crepelina de seda sin envejecer y la crepelina de seda envejecida por calor seco muestra de manera más clara y visual estas variaciones (figura 17).



9-Resultados y discusión. Crepelina de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco.

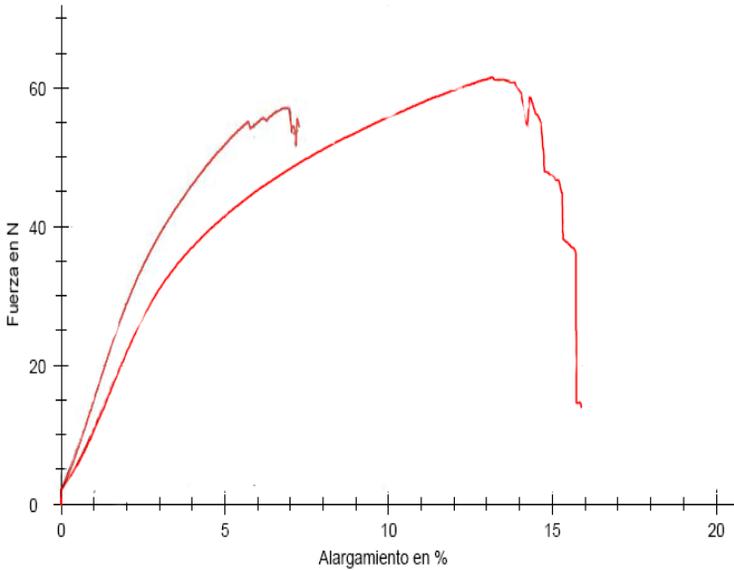


Figura 17. Curvas de resistencia a la tracción de la crepelina de seda urdimbre sin envejecer (línea roja) y envejecida artificialmente con calor seco (línea morada).

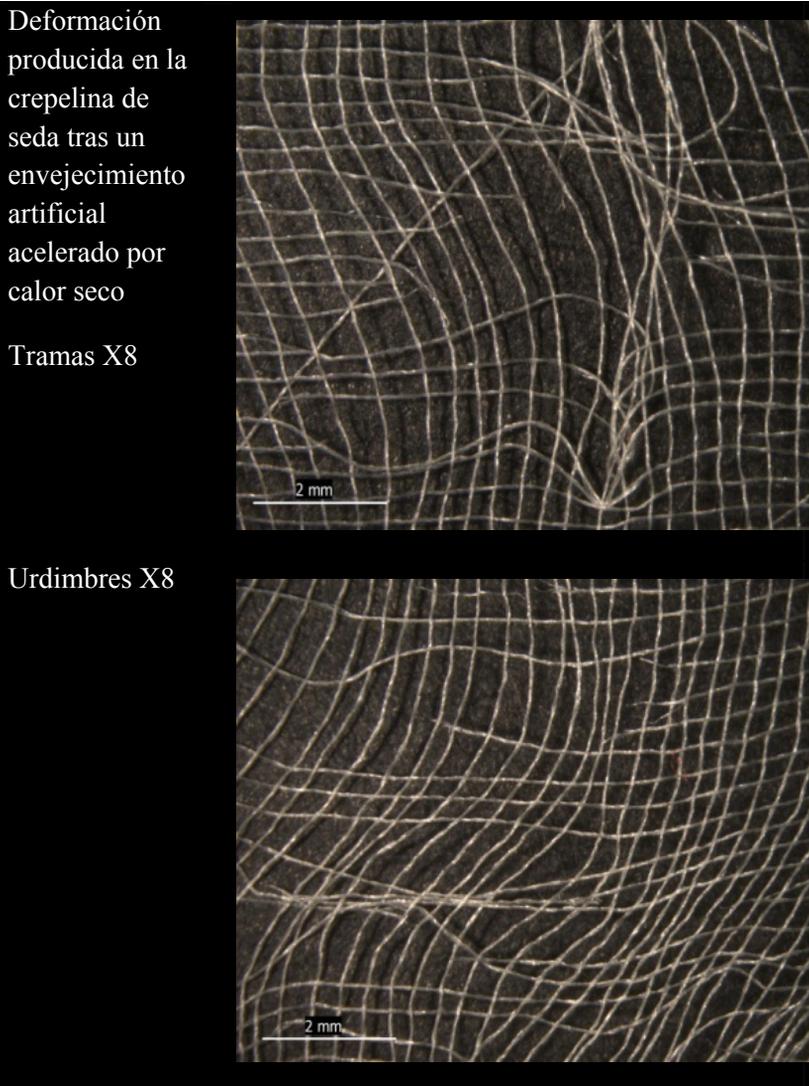
La observación de la rotura mediante el microscopio estereoscópico del tejido indica que tanto sin envejecer como envejecida por calor seco sufre la misma alteración y deformación del ligamento en ambos casos. Además, se rompen de forma similar en tramas y urdimbres, con el mismo efecto de encogimiento (tabla 12).

El ligamento sufre una desalineación fruto de la tensión máxima que ha soportado el tejido, dicha deformación no sólo se produce en este proceso de envejecimiento, también se hace patente en la crepelina de seda sin envejecer.

327



Tabla 12. Microfotografías de la rotura en crepelina de seda sometida a un ciclo de 72h de envejecimiento artificial acelerado por calor seco.

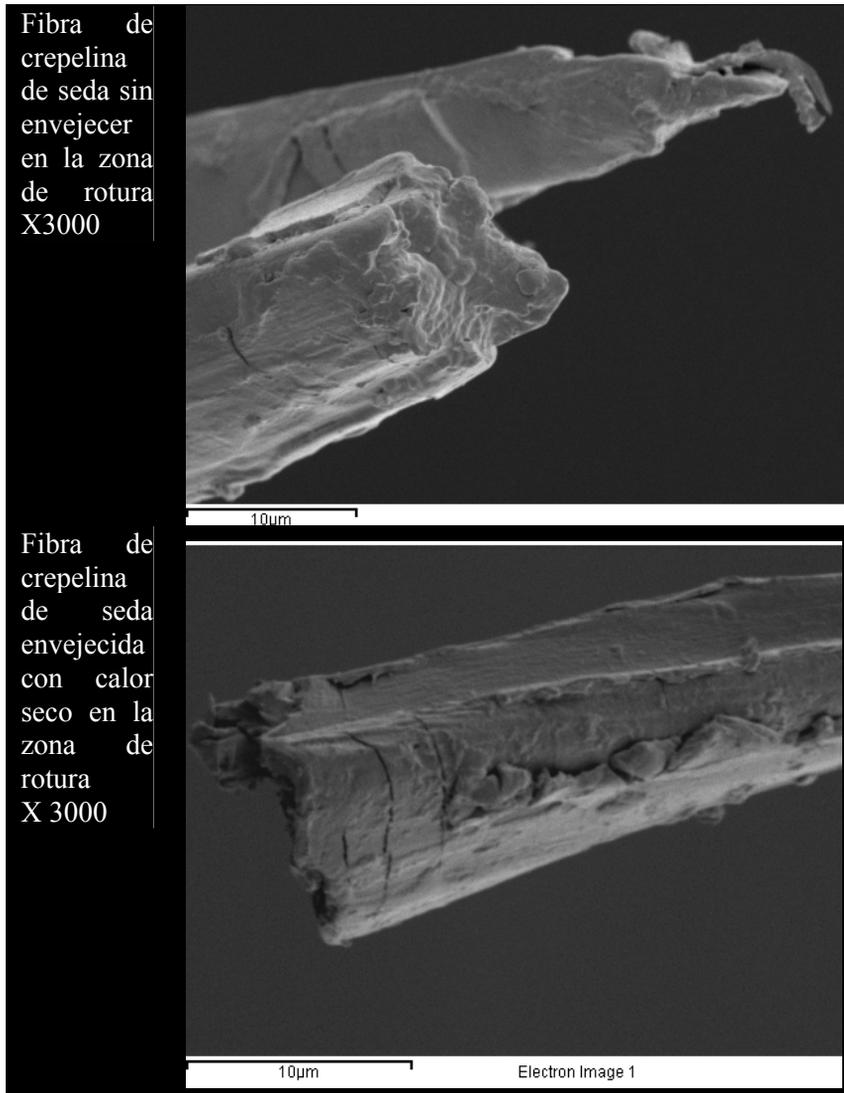


328



Si se adquieren las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de la crepelina de seda envejecida por calor seco en la zona de fractura, la apariencia es similar a la fibra sin envejecer, pero con un aspecto más pulverulento (tabla 13).

Tabla 13. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), de la comparativa entre roturas en la crepelina de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h), x3000.

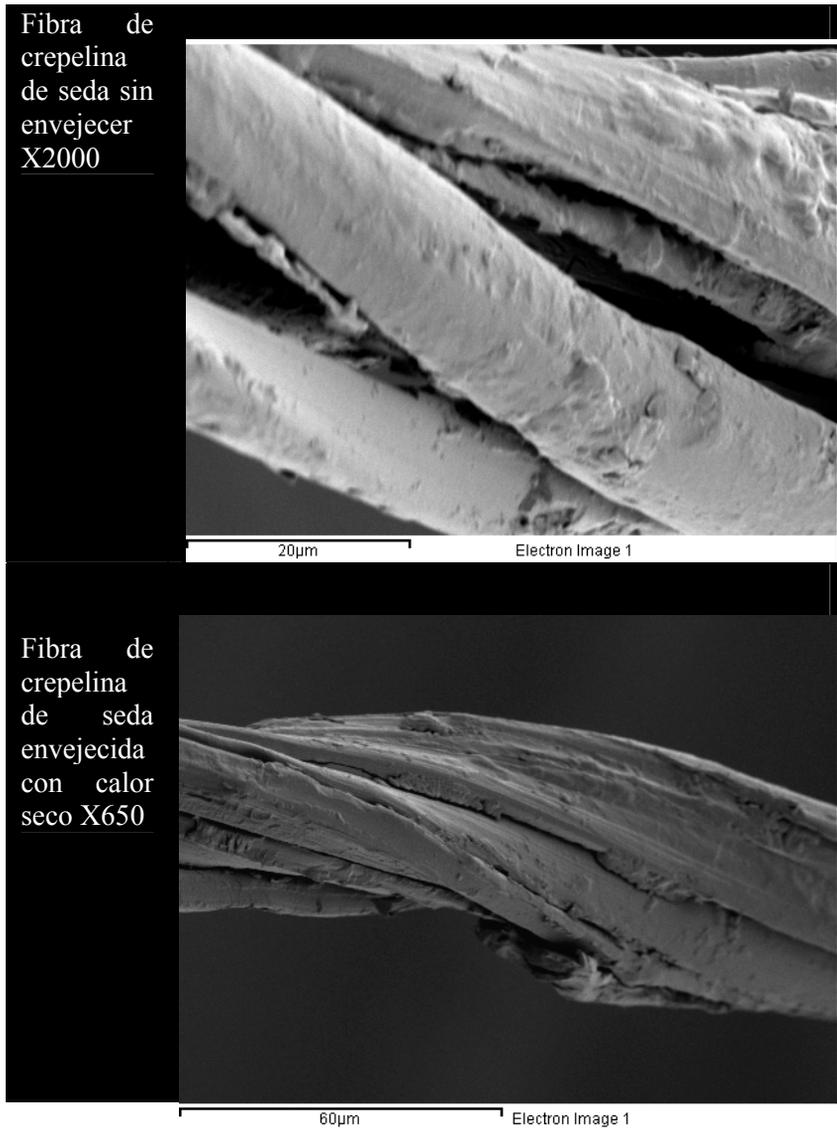


329



En la zona de las paredes de la fibra las diferencias entre la crepelina de seda envejecida por calor seco y sin envejecer muestran una fibra más reseca y cuarteada (tabla 14).

Tabla 14 Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas de la crepelina de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h). x2000 y x650.



033



El estudio de los cambios estructurales sufridos en la fibra de crepelina de seda tras ser sometida a un ciclo de 72h en calor seco se expone en la figura 18, donde se observa una gran concordancia entre ambos perfiles espectrales IR, sin generar nuevas bandas IR.

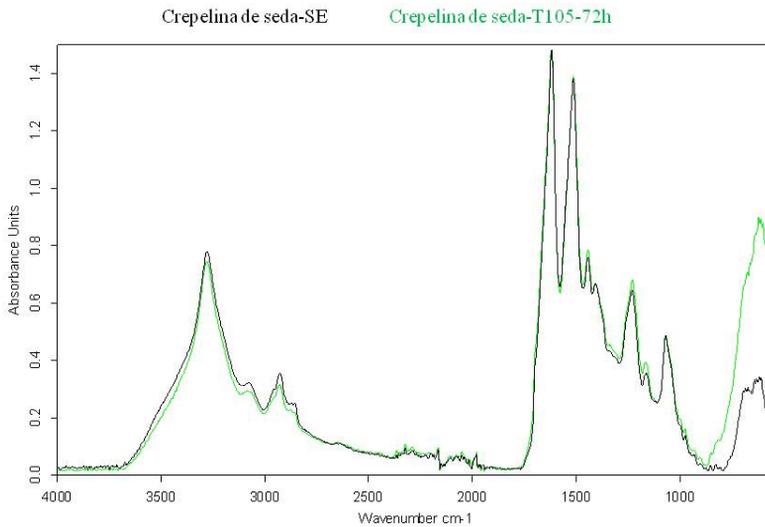


Figura 18. Espectros IR de la crepelina de seda sin envejecer y envejecido por calor seco 72h.

Los resultados obtenidos indican que exponer el tejido de crepelina de seda a un ciclo de 72h en calor seco (T 105°C) no genera grandes alteraciones en la fibra sufriendo probablemente una deshidratación que afecta principalmente a su capacidad de elongación.



CAMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTICIAL ACELERADO POR CALOR HÚMEDO

El ensayo cromático preliminar señala que de los tres procesos de envejecimiento artificial acelerado a los que ha sido sometida la crepelina de seda, el envejecimiento por calor húmedo es el que en menor medida lo altera cromáticamente. Las microfotografías mostradas en la Ilustración 10 así lo indican.

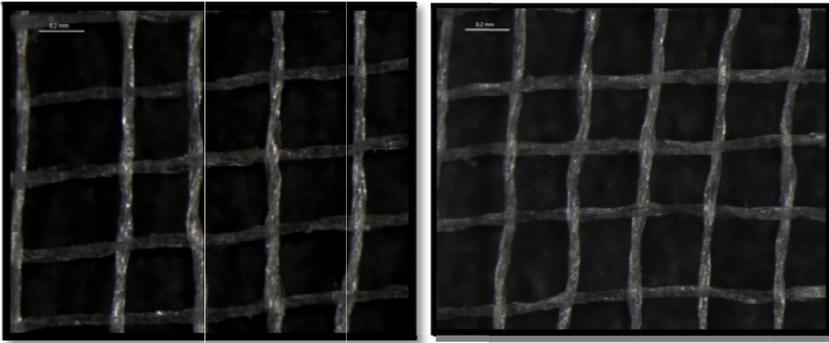


Ilustración 10. Microfotografías: Izquierda, crepelina de seda seda tras 72h expuesta al calor húmedo, x40. Derecha crepelina de seda sin envejecer, x40

De igual manera, los espectros obtenidos mediante el reflectógrafo de reflexión, muestran que se produce un solapamiento entre ellos, con variaciones mínimas (figura 19).



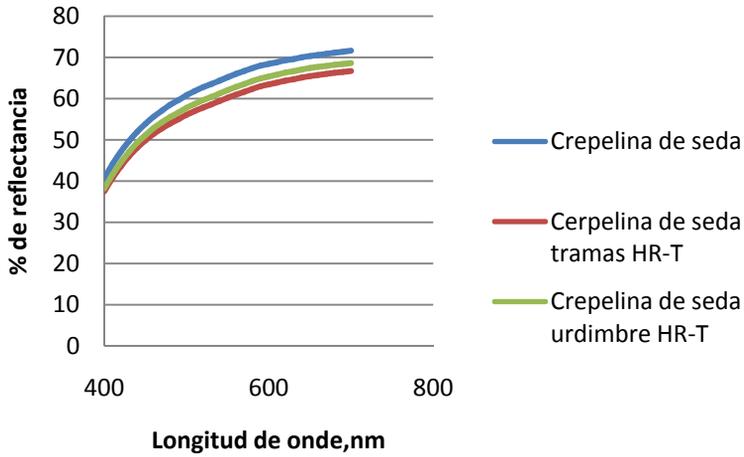


Figura 19. Comparativa de espectros de reflectancia de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo.

Las variaciones cromáticas son muy leves, disminuyendo sus niveles de luminosidad en $2,6 \Delta L^*$ y no variando prácticamente nada en sus ejes a^* y b^* . Tabla 15.

Tabla 15 Índices cromáticos de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo

	SE	HR-T	
L	84,3492	81,7539	
a*	0,1994	0,4661	
b*	10,3845	10,1035	
		-2,5953	ΔL^*
		0,2666	Δa^*
		-0,2881	Δb^*
		2,6241	ΔE_{ab^*}



El diferencial ΔEab^* es de 2,6241 el ojo lo va a detectar. (tabla 15)

En los ensayos de tracción tampoco existen variaciones muy acusadas, si lo comparamos con los procesos de envejecimiento acelerados estudiados previamente (figura 20 y tabla 16).

Tabla 16 Capacidad de resistencia de la crepelina de seda sin envejecer y envejecido con calor húmedo en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		HR-T	HR-T	HR-T
Crepelina de seda	Tramas	51,61	10,32	6,02
	Urdimbres	50,82	10,16	5,88

F.H.: resistencia a la rotura N/cm: capacidad de resistencia; %; capacidad elongación S.E.: Sin envejecer

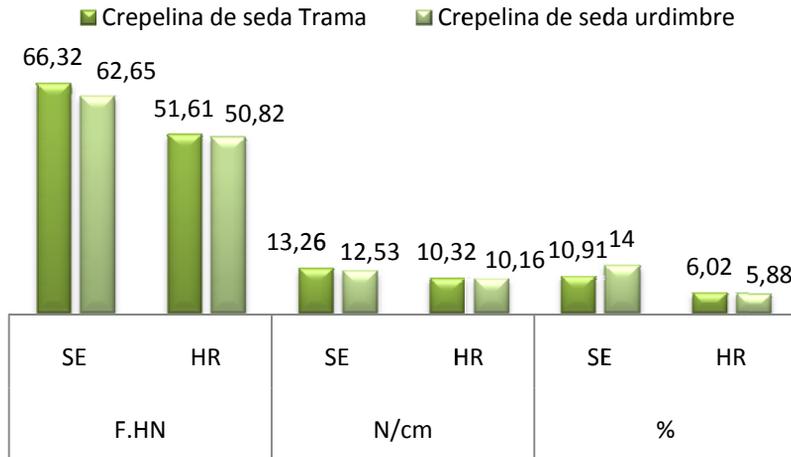


Figura 20 Ensayos de tracción de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo en un ciclo de 72h.



La crepelina de seda envejecida por calor húmedo varía su capacidad de elongación de un 10% a un 6% y su capacidad de resistencia se ve menguada de forma más leve de 16 N/cm a 10 N/cm (figura 20).

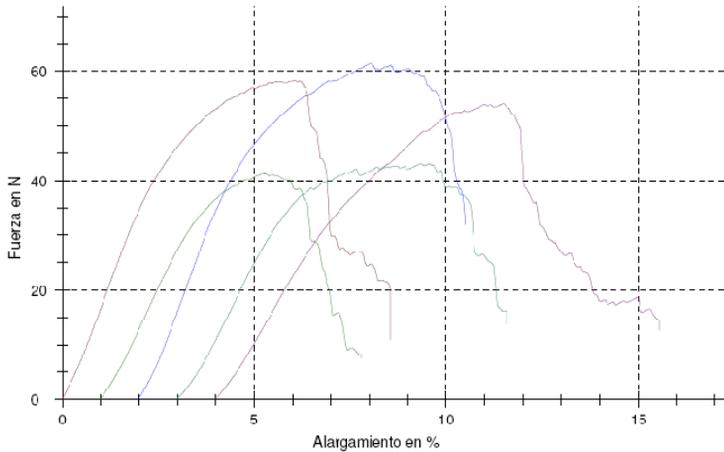


Figura 21. Curvas de resistencia de la crepelina de seda tramada tras su estancia en la cámara climática.

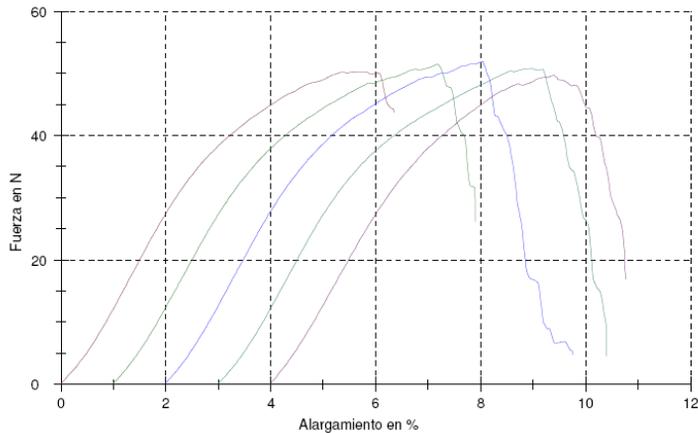


Figura 22. Curvas de resistencia de la crepelina de seda tramada tras su estancia en la cámara climática.



En sus curvas de resistencia disminuye su capacidad de alargamiento y en menor medida su capacidad de resistencia, transformándose en un tejido más rígido que sin envejecer. (figuras 21-22-23.)

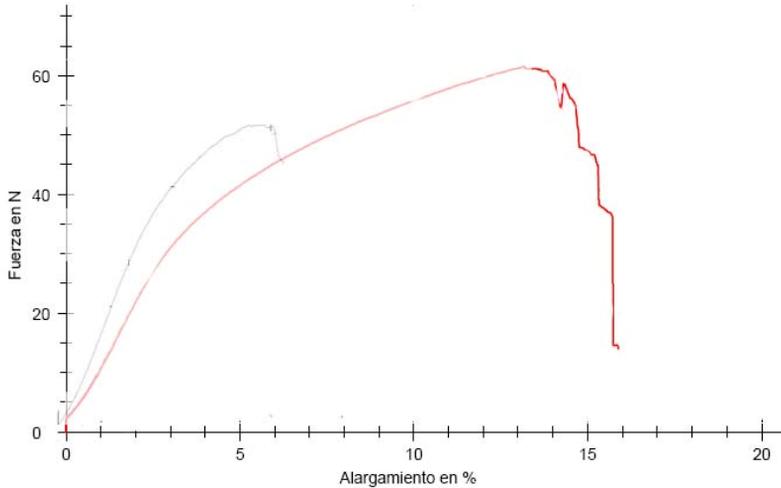
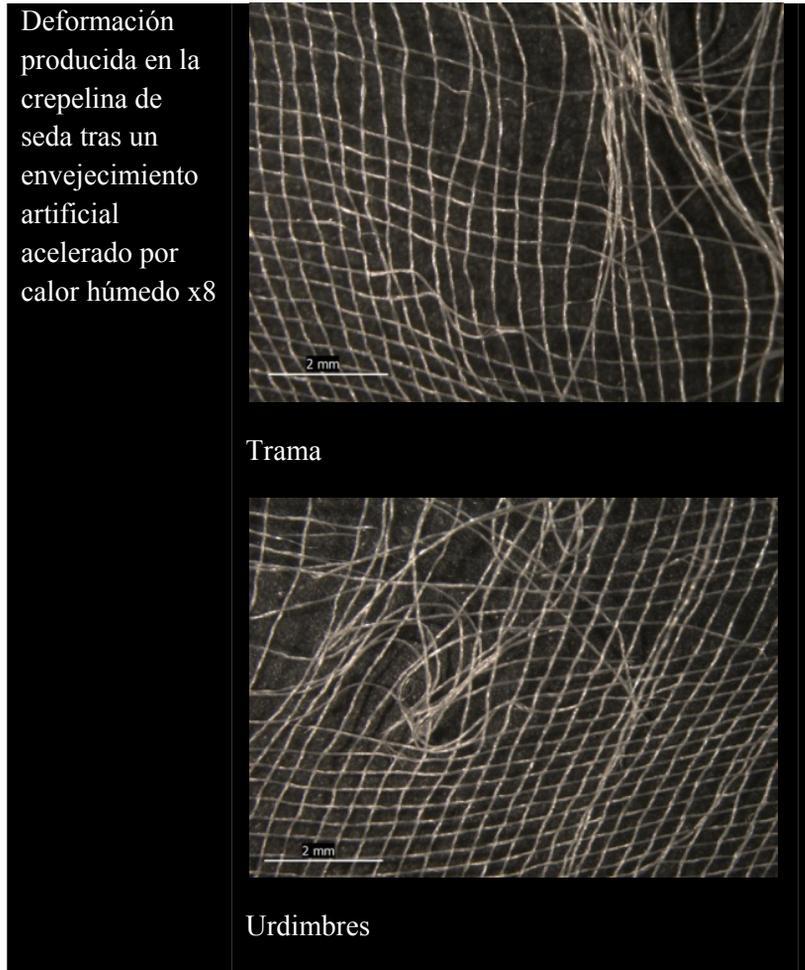


Figura 23. Curva de resistencia de la crepelina de seda sin envejecer (línea roja) y envejecida por calor húmedo (línea gris).

La deformación que produce la rotura no muestra ninguna anomalía diferente a las producidas en la crepelina de seda sin envejecer, exhibiendo el efecto “goma” que ya se ha citado y una desalineación del ligamento tras la tensión. El mismo efecto de rotura se produce en ambas direcciones del ligamento, no existiendo diferencias entre la trama y la urdimbre (tabla 17).



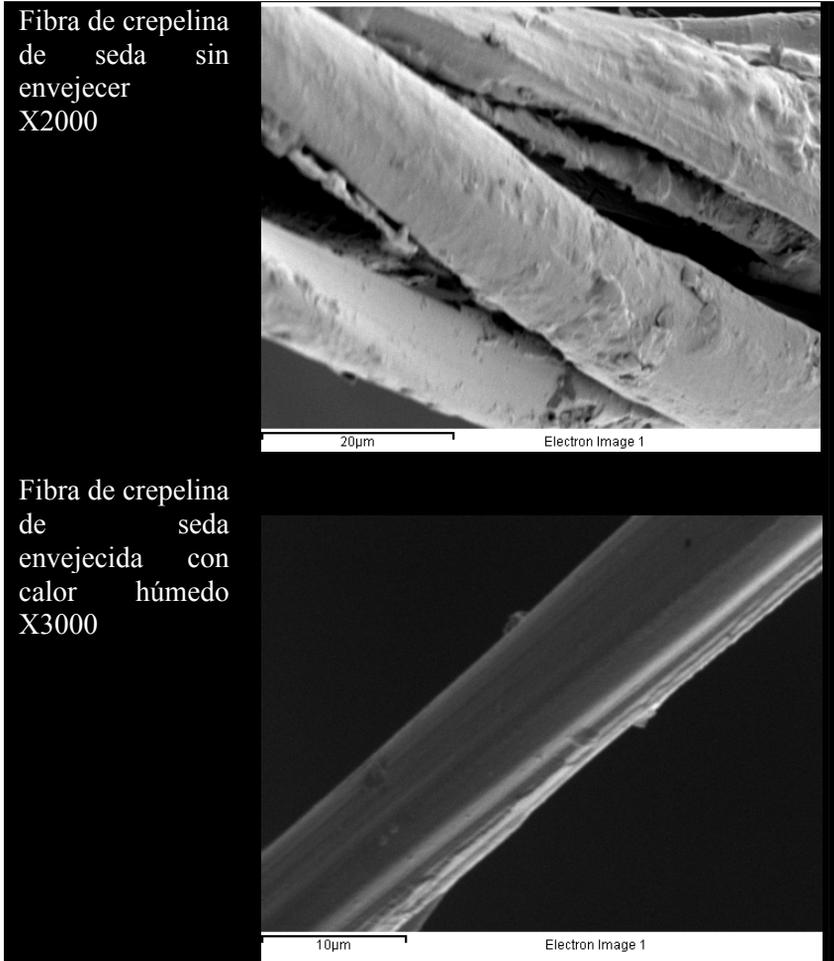
Tabla 17 . Microfotografías de las roturas de la crepelina de seda sometida a un envejecimiento por calor húmedo.



La fibra de la seda tras el proceso de envejecimiento por calor húmedo, no sólo presenta niveles de degradación menores que en los otros procesos de envejecimiento, si no que su fibra recobra una tersura que no poseía, ni sin envejecer, confiriéndole a la fibra un aspecto más liso (tabla 18).



Tabla 18. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas de la crepelina de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo 72h, x2000 y x3000.

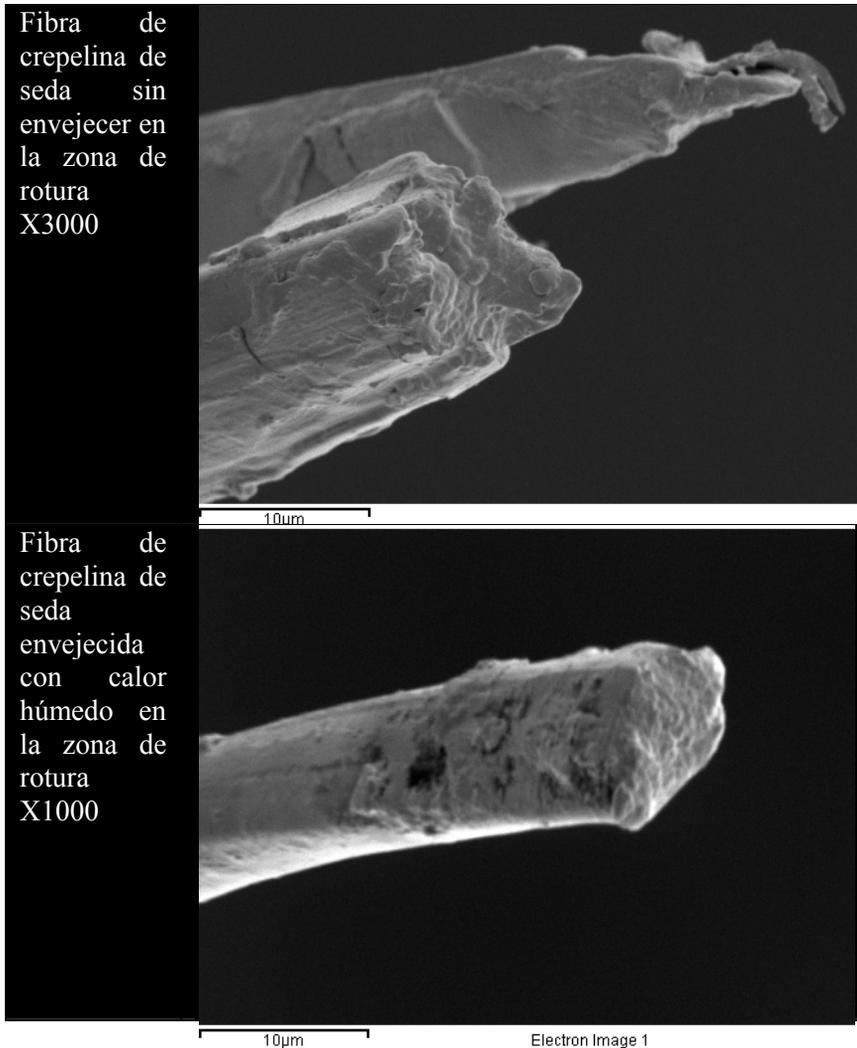


La observación en el SEM de la rotura producida por el estiramiento de crepelina de seda envejecida por calor húmedo tiene el mismo aspecto que sin envejecer (tabla 19). Donde la fibra tiene un aspecto denso y no hueco como hemos visto en el apartado del envejecimiento por radiación UV.

838



Tabla 19 . Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas de la crepelina de seda sin envejecer y envejecidas por calor húmedo 72h, x3000 y x1000.



339



El estudio de los cambios estructurales sufridos en la fibra de la crepelina de seda tras ser sometida al ciclo de 72h en calor húmedo se presenta en la figura 24. Ambos espectros IR muestran gran similitud, se superponen. Esto se encuentra en concordancia con los resultados obtenidos mediante las medidas de color y los ensayos mecánicos.

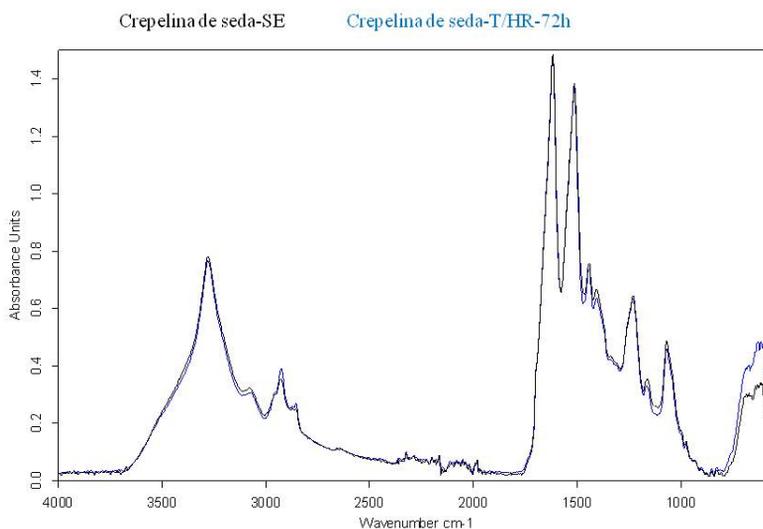


Figura 24. Espectros infrarrojos de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo 72h.



TABLAS RESUMEN

En este apartado se adjunta un compendio de los resultados obtenidos para el tejido de la crepelina de seda.

Tabla 20. Microfotografías de la crepelina de seda, en sus procesos de rotura con sus diferentes envejecimientos artificiales acelerados, en trama y urdimbre.

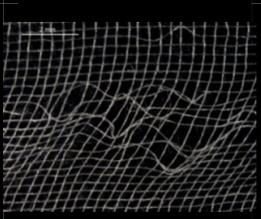
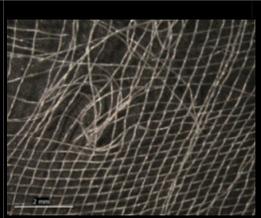
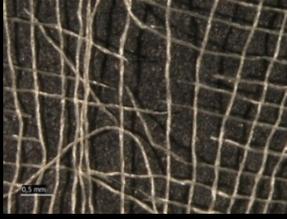
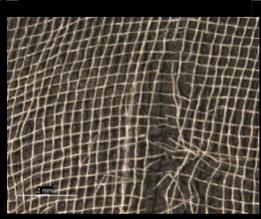
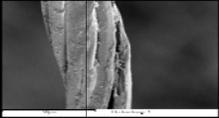
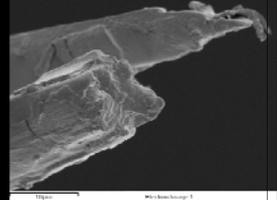
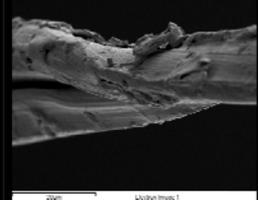
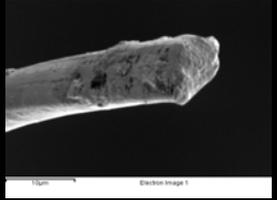
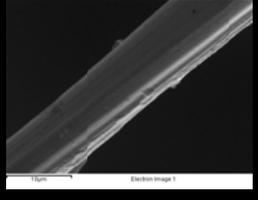
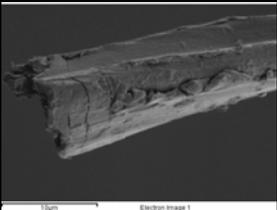
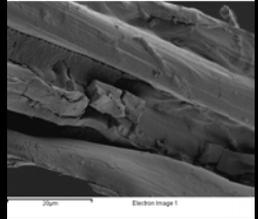
Tratamiento	Tramas	Urdimbres
Sin tratar x8		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo x8		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco x8		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta x16 tramas x8 urdimbres		



Tabla 21. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), de la crepelina de seda en los procesos de rotura sin tratar y con los diferentes envejecimientos artificiales acelerados.

Tratamiento realizado	Rotura	Superficie de la fibra
Sin ser sometida a tracción X1000		
Sometida a tracción X1600 imagen dcha. X3000 imagen izq.		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo Dcha. X1000 izq. X 3000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco Dcha. X3000 izq. X 650		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta Dcha. X3000 izq. X 2000		

342



La comparativa de los espectros colorimétricos de la crepelina de seda sin envejecer y sometido a los tres procesos de envejecimiento indica que la alteración cromática es más acusada en la exposición a la radiación ultravioleta. En la actualidad este hecho se intenta controlar en el caso de exponer o almacenar las obras de arte textil, en ambientes con una incisión de radiación UV muy controlada.

En la comparativa de los diferenciales ΔE_{ab}^* el cambio cromático visible a simple vista, se aprecia en menor o mayor medida en los tres procesos de envejecimiento. Estos resultados demuestran lo sensible que es la seda natural frente a la radiación ultravioleta y a las temperaturas elevadas tanto húmedas como secas (105°C).

Demostrando la variación cromática obtenida, se puede afirmar que este es un material, la crepelina de seda, capaz de alterar cromáticamente una obra de arte totalmente y desvirtuarla por completo con el paso del tiempo de no mantenerse en unas condiciones ambientales adecuadas (figura 25).



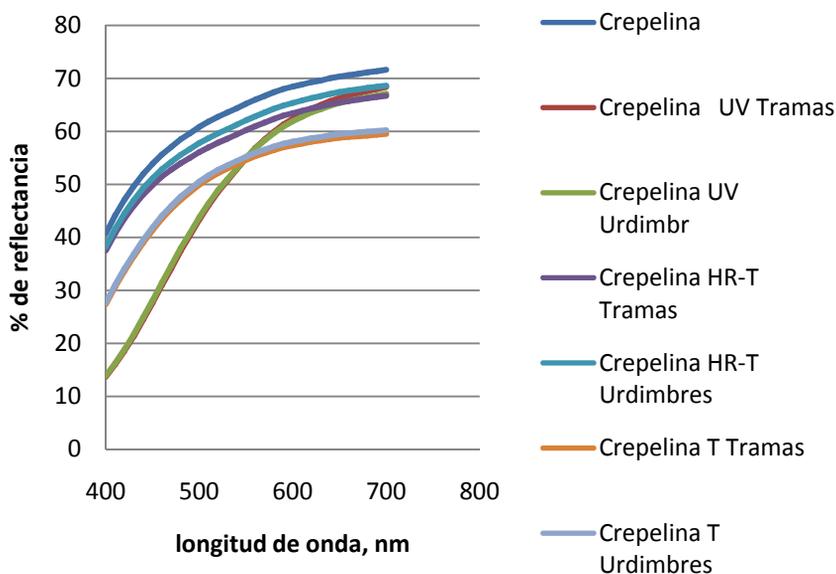


Figura 25. Espectro de reflectancia de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por un ciclo de 72h con radiación ultravioleta, calor seco y calor húmedo.

En el caso de cuantificar sus valores colorimétricos, la radiación ultravioleta es el factor que más altera el color volviéndolo más oscuro que el calor seco pero en menor medida.

La radiación ultravioleta y el calor húmedo le dan un aspecto más rojizo mientras que el calor seco hace tender ligeramente su color a los tonos verdosos.

El calor húmedo hace virar las probetas de forma leve hacia los azules, a diferencia del calor seco y la radiación ultravioleta que tiende a los amarillos.

De forma generalizada se podría afirmar que el calor húmedo no modifica el color de forma tan espectacular como lo hace la radiación ultravioleta (tabla 22).



Tabla 22. Valores colorimétricos de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor seco, radiación ultravioleta y calor húmedo, 72h.

	SE	UV	T	HR-T	
L	84,3492	78,3584	78,3584	81,7539	
a*	0,1994	-0,7421	-0,7421	0,4661	
b*	10,3845	13,6696	13,6696	10,1035	
		-6,2004	-5,9908	-2,5953	ΔL*
		1,3280	-0,9416	0,2666	Δa*
		20,2397	3,2851	-0,2881	Δb*
		21,2097	6,8961	2,2641	ΔEab

Respecto a los valores mecánicos, la crepelina envejecida por radiación ultravioleta se ve más afectada que por los otros procesos de envejecimiento (tabla 23).

Tabla 23. comparativa de los Índices de resistencia de la crepelina de seda envejecida artificialmente por radiación ultravioleta, calor seco, calor húmedo y sin tratar

	<i>F.HN</i>				<i>N/cm</i>				<i>%</i>			
	SE	HR	T ^a	UV	SE	HR	T ^a	UV	SE	HR	T ^a	UV
T	66,32	51,61	57,98	4,82	13,26	10,32	11,60	0,96	10,91	6,02	6,63	0,91
U	62,65	50,82	57,54	3,05	12,53	10,16	11,51	0,61	14,00	5,88	6,23	0,53

F.H. Resistencia a la rotura (N); N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer; HR: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo; T: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco; UV: Cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta

345



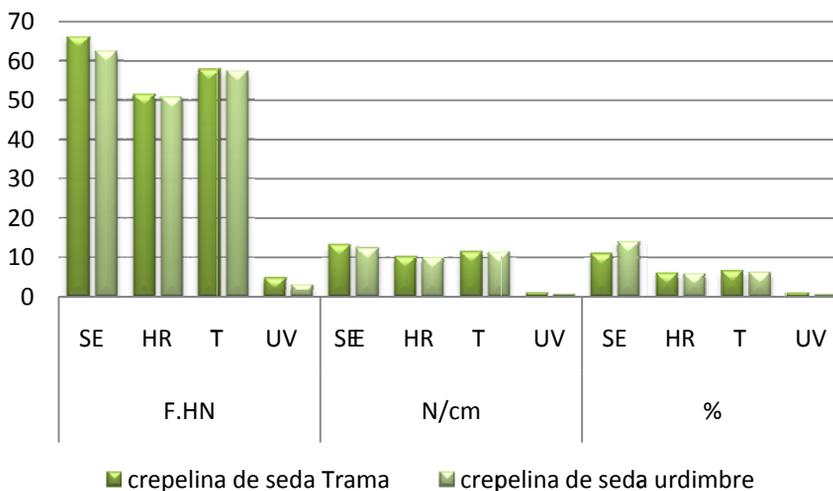


Figura 26. Ensayos de tracción de la crepelina de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo en un ciclo de 72h

Analizando la tabla 23 podemos afirmar que la radiación ultravioleta es el factor que más altera sus índices de resistencia.

Podríamos destacar (figura 26) que la capacidad de elongación se modificaría en los tres procesos, siendo en el de la radiación UV el más notorio.

Así, se podría decir que la crepelina de seda es un tejido que altera en gran medida sus valores de resistencia, tras su exposición a los factores de degradación llevados a estudio, llegando incluso a perder toda capacidad de resistencia y de elongación en uno de los tres ensayos de envejecimiento (figura 27).



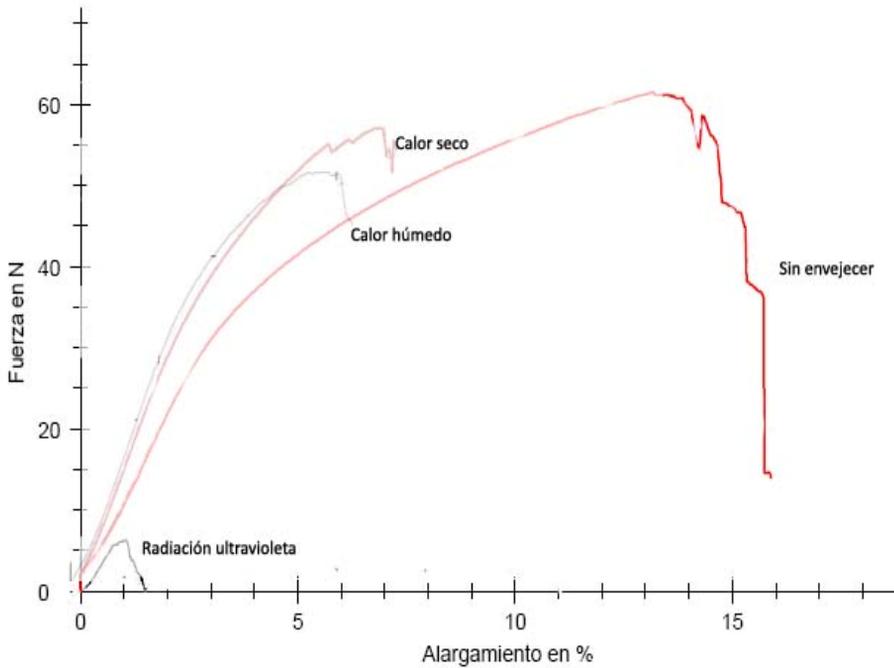


Figura 27 . Curva de resistencia de la crepelina de seda en sus procesos de envejecimiento artificial acelerados inducidos.

En lo referente a los cambios estructurales observados mediante el análisis por FTIR (figura 28). Los resultados obtenidos al comparar la crepelina de seda sin envejecer y tras ser sometida a los tres envejecimientos artificiales acelerados, se puede señalar que están totalmente en concordancia con los resultados obtenidos mediante los otros ensayos.



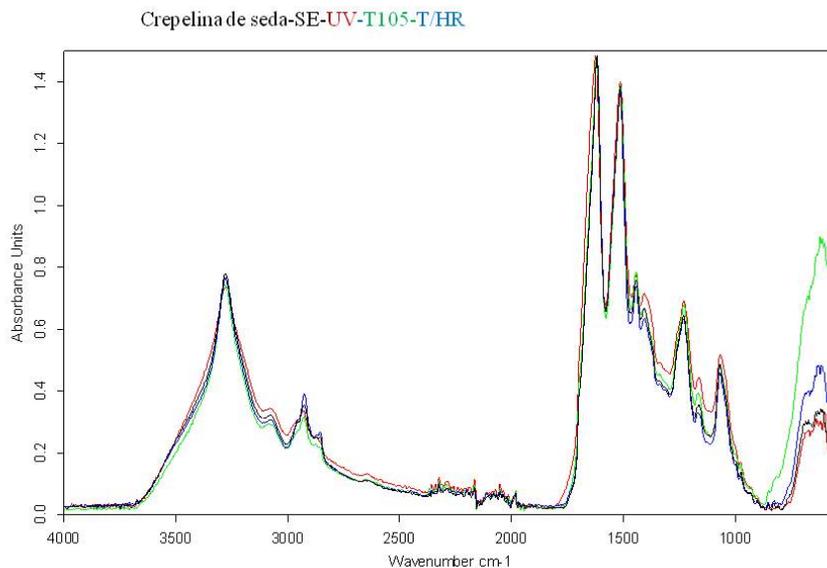


Figura 28. Espectros IR de la Crepelina de seda sin envejecer y envejecidos en un ciclo de 72h por radiación ultravioleta línea roja, calor seco (105°C) línea verde y calor húmedo (T/HR) línea azul./HR) línea azul.

Más aun, con el cálculo del grado de cristalinidad* del polímero proteico (I_{1264} / I_{1230}) de la crepelina de seda sin envejecer y tras ser sometida a los tres tipos de envejecimiento artificial acelerado se comprueba que se cumple, que un polímero es más cristalino, más ordenado, más rígido pero más moldeable, y a menor grado de cristalinidad este polímero es más amorfo y menos cristalino (tabla 24).

En la tabla 24 se presentan los valores de los grados de cristalinidad de la crepelina de seda ordenados de mayor a menor.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



Tabla 24. Grado de cristalinidad (FTIR) de la crepelina de seda.

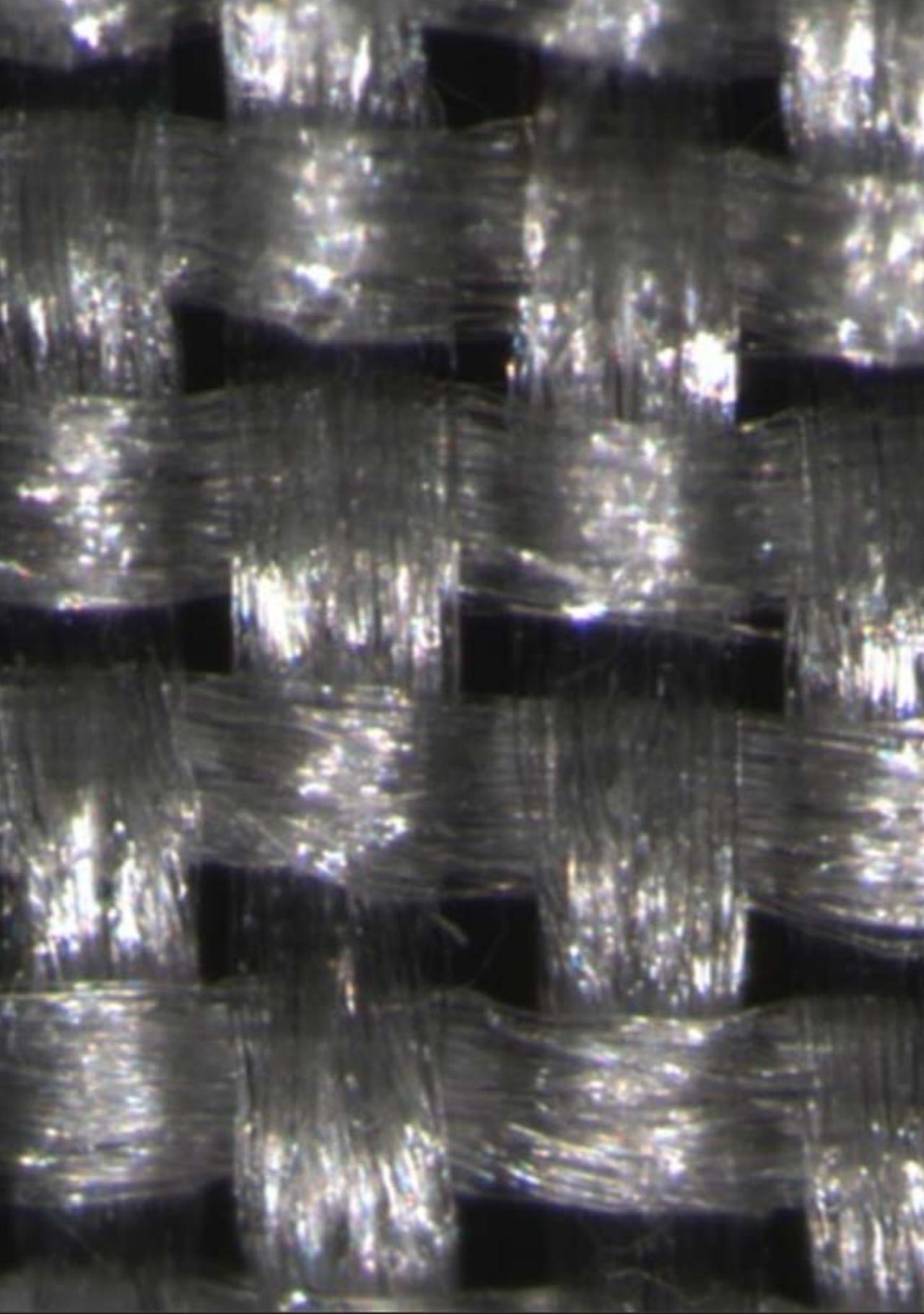
Crepelina de seda	I ₁₂₃₄ , (Abs)	I ₁₂₆₁ , (Abs)	Grado de Cristalinidad, I ₁₂₆₁ / I ₁₂₃₄
SE	0,0560	0,0464	0,8286
UV-72h	0,0520	0,0426	0,8192
T105C-72h	0,0570	0,0457	0,8018
T HR-72h	0,0570	0,0461	0,8088

El mayor grado de cristalinidad de los tres factores de deterioro respecto al tejido sin envejecer lo presenta la crepelina de seda envejecida por radiación UV, que se ha convertido en un polímero más cristalino y por tanto, muy quebradizo y débil; después prácticamente no se aprecia diferencia entre los otros dos tipos de envejecimiento.

El efecto del envejecimiento por calor seco, también está de acuerdo con su comportamiento mecánico, de polímero cristalino y quebradizo pero menos en comparación con el envejecimiento por radiación UV, y el envejecimiento por calor húmedo genera un polímero menos cristalino.







PONGÉ DE SEDA

El pongé de seda es un tejido de calada de seda 100%, con una densidad similar entre tramas y urdimbres con ligamento de tafetán.

Los hilos de trama y urdimbre carecen de torsión y dado su ligamento tan denso se utiliza en el campo de la conservación textil, no por su transparencia, si no por su capacidad de resistencia.

Su densidad es similar en tramas y urdimbres 60 hilos por cm.

Tiene una finura por hilo de 7 tex en trama y 4 tex en urdimbre con un peso de 45.9 g/cm²

Mediante su observación con el microscopio estereoscópico se identifica la presencia del ligamento tafetán y la no torsión de sus hilos. Ilustración 12.

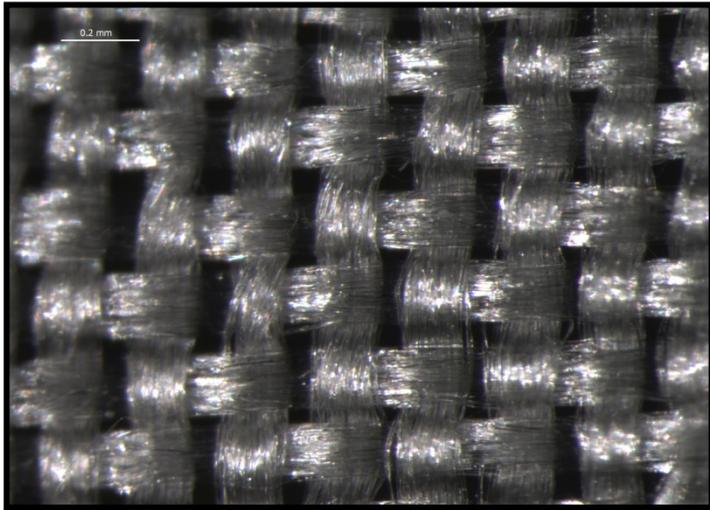


Ilustración 12. Microfotografía del pongé de seda. x 40

352



La obtención mediante SEM de la imagen de electrones retro dispersados de filamentos de seda del pongé de seda sin envejecer muestra una superficie lisa y pulida (Ilustración 13).

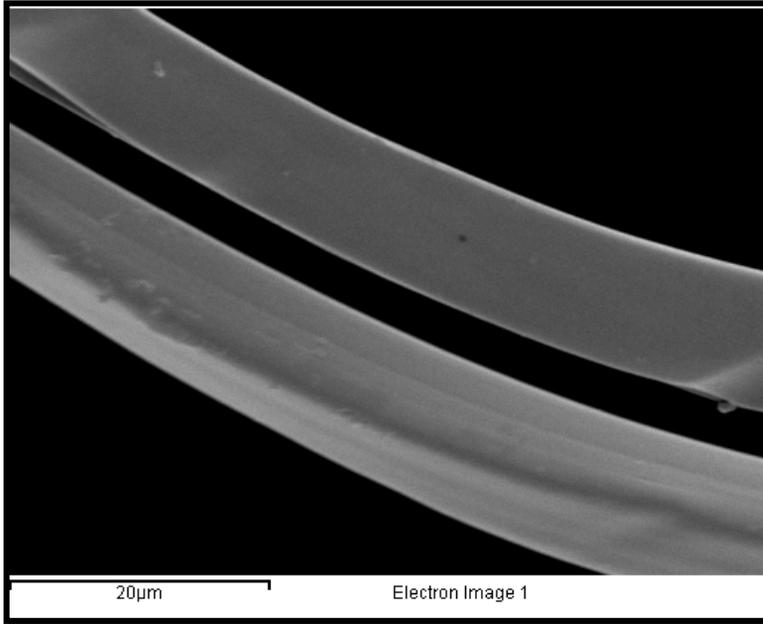


Ilustración 13 Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del Pongé de seda sin envejecer y sin estirar, x2000.

El pongé de seda es un tejido con un índice de luminosidad alto, dato irrelevante al analizar tejidos blancos, pero se observa que sin realizar ningún tratamiento de envejecimiento presenta cierto grado de “amarilleamiento”, como muestra el parámetro b^* (Tabla 25).



Tabla 25. Resultados de las coordenadas L*a*b* (CIELab) del pongé de seda sin envejecer. Mediciones realizadas en las probetas n° P.S.E.T.5 y P.S.E.T.5.

Nombre	Estado	L*	a*	b*
Pongé de seda	SCI/100	93,0161	0,8828	5,5329

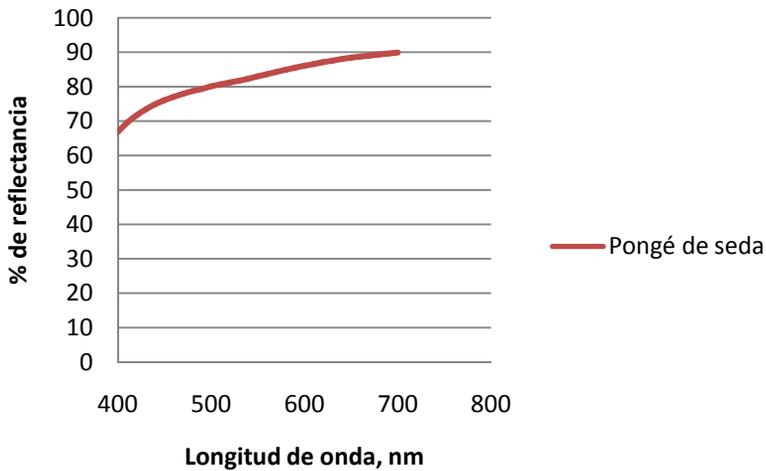


Figura 29. Espectro de reflectancia del pongé de seda sin envejecer

Respecto a su capacidad de resistencia se corrobora que a mayor grosor del hilo, mayor capacidad de resistencia. En este caso, ambos hilos, en trama y en urdimbre, carecen de torsión pero sí siguen la premisa de, a más finura menos resistencia, la trama tiene más capacidad de resistencia con una finura de 7 tex que la urdimbre con una finura de 4 tex. Sin embargo, la capacidad de elongación en tramas es inferior que en urdimbres pese a su menor finura (Tabla 26).



Tabla 26. Resultados de la resistencia a la tracción del pongé de seda realizados en las probetas P.S.E.T.5 y P.S.E. T.5

Material		FH.N	N/cm	%
		S.E	S.E	S.E.
Pongé de seda	Tramas	425,16	85,03	12,11
	Urdimbres	370,07	74,01	19,26

F.H. resistencia a la rotura ; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer

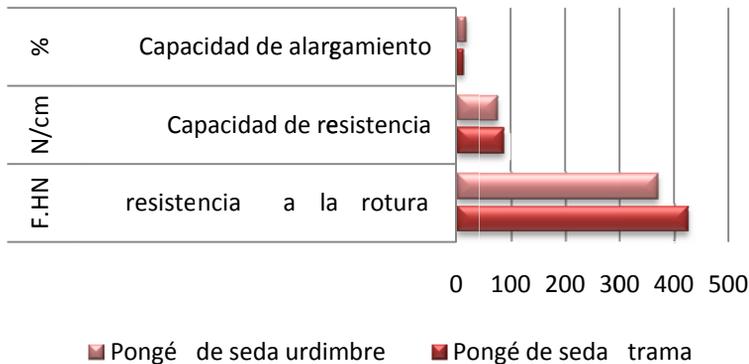


Figura 30. Ensayos de tracción del pongé de seda sin envejecer.

Comparando ambas curvas de resistencia, en tramas y urdimbres, se podría afirmar que la urdimbre tiene más capacidad de elongación que la trama, pero no la misma capacidad de resistencia, siendo la trama un hilo más rígido que la urdimbre (Figuras 31-33).

355



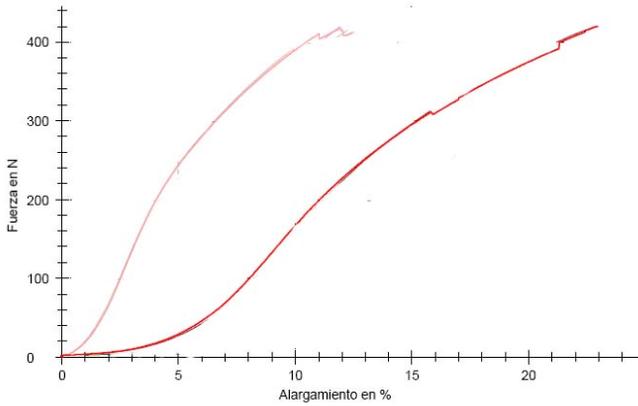


Figura 31. Comparativa de curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda en tramas y en urdimbres. Línea roja (urdimbres) y la línea violeta (tramas).

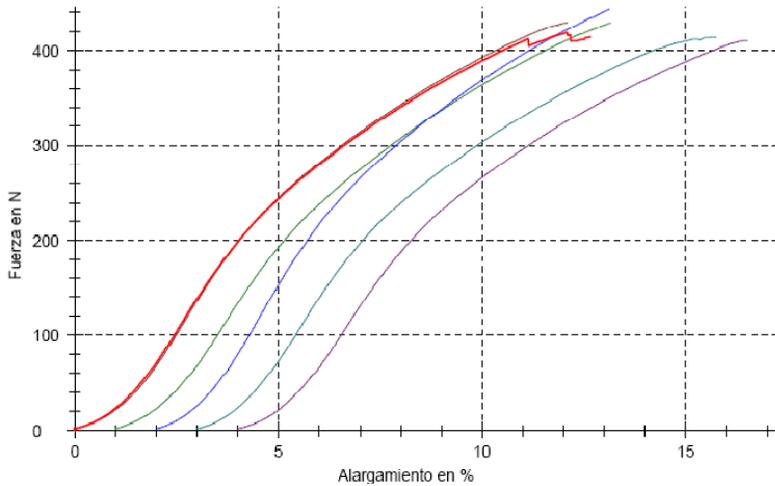


Figura 32. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda tramas



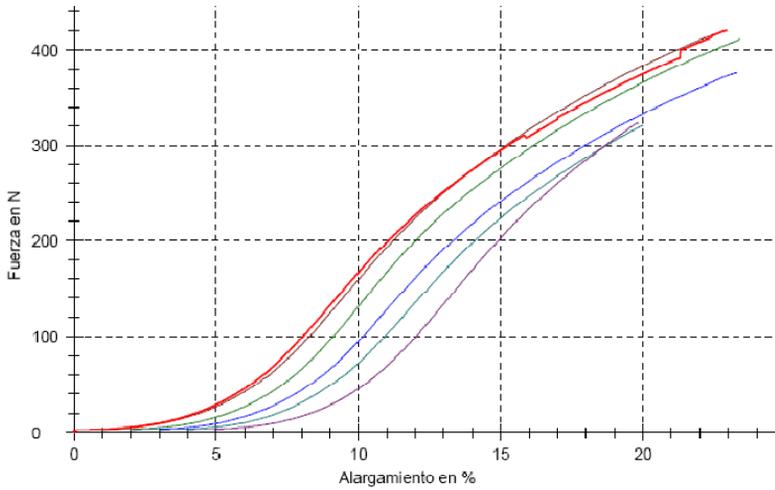


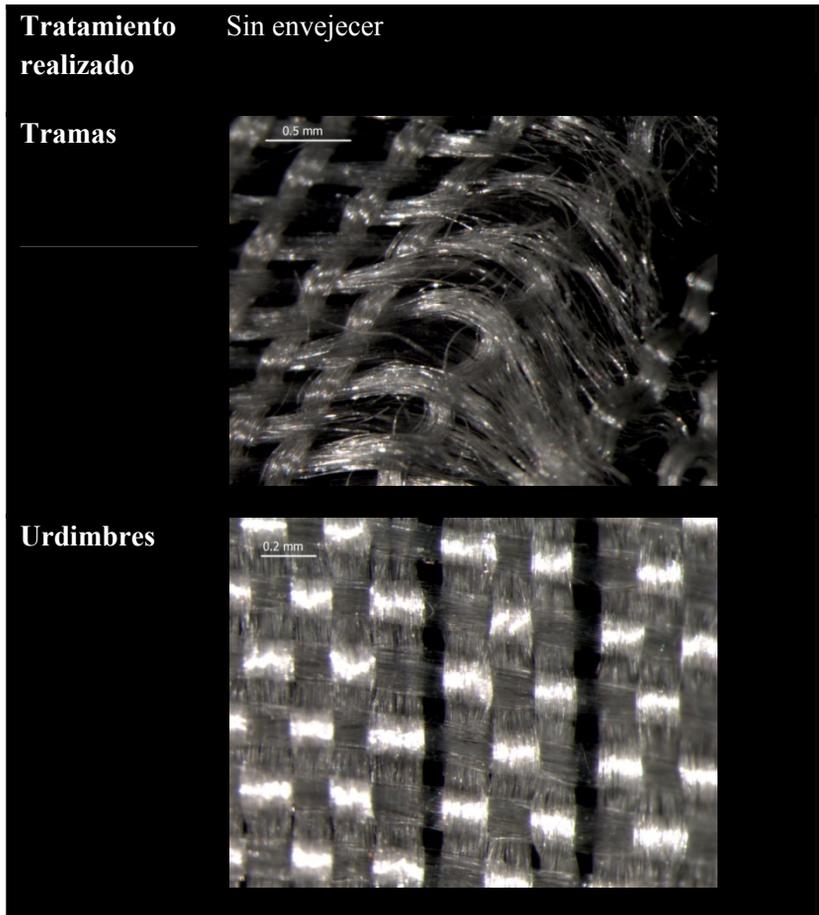
Figura 33. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbres.

El resultado de las roturas permite observar el comportamiento del pongé tras momentos de estrés extremos. Vistas al microscopio estereoscópico las roturas del pongé de seda en trama y en urdimbre son similares en aspecto.

El pongé de seda como se ha apuntado tiene los hilos que componen su ligamento sin torsión, que una vez se fracturan, se mantienen en el sitio, no deformando la direccionalidad del ligamento sin generar ningún efecto de deformación. (Tabla 27).



Tabla 27. Microfotografías de las roturas del pongé de seda sin envejecer en tramas x 25 y urdimbres x 40.



En las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) (Ilustración 14) no se aprecian diferencias entre ambos hilos, el expuesto y el no expuesto a un estrés máximo. En ambos casos, presentan una superficie lisa y cilíndrica.



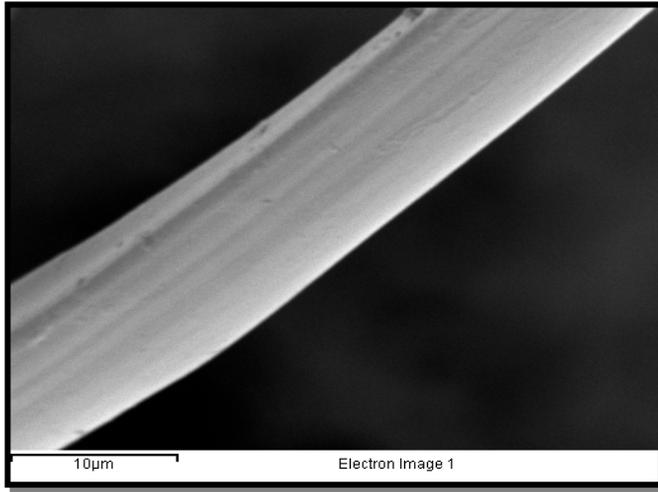


Ilustración 14. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del Pongé de seda sin envejecer tras una rotura, x3000.

En el aspecto del extremo fraccionado del hilo del pongé de seda, se aprecia una masa densa en su interior deformada en la punta por efecto del estiramiento. Ilustración 15.

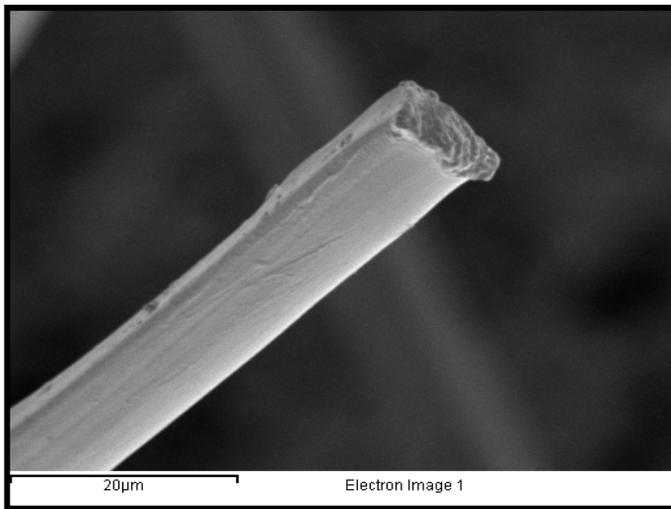


Ilustración 15. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del extremo del hilo de pongé sin envejecer tras una rotura, x2000

359



En la siguiente imagen, Ilustración 16, se puede apreciar que el aspecto del hilo de pongé de seda es un conjunto de fibras de seda sin torsión.

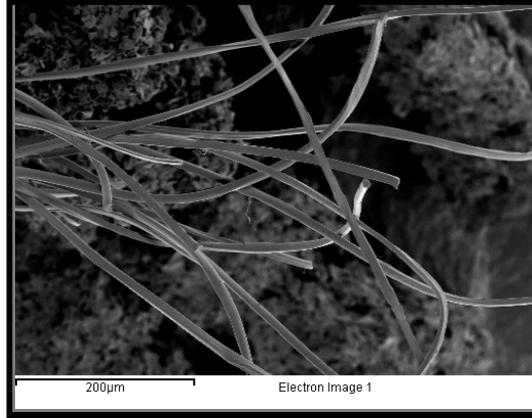


Ilustración 16. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del Pongé de seda sin envejecer tras una rotura, x 200

La determinación de la estructura química mediante FTIR-ATR *del tejido de pongé de seda (Figura 34 y Tabla 28) confirma su naturaleza proteínica de la amida procedente de la seda, caracterizada por la presencia de las bandas IR a $1696-1622\text{ cm}^{-1}$ correspondiente a la vibración de tensión asociada al grupo C=O en una amida I, 1508 cm^{-1} correspondiente a la vibración de flexión asociada al grupo, N-H en una amina II (R-NHR'), 1229 cm^{-1} correspondiente a la vibración de tensión asociada a una amida III 1062 cm^{-1} y $991-974\text{ cm}^{-1}$ se corresponden con la vibración de tensión Gly-Gly y vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH y vibración de tensión Gly-Ala respectivamente.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



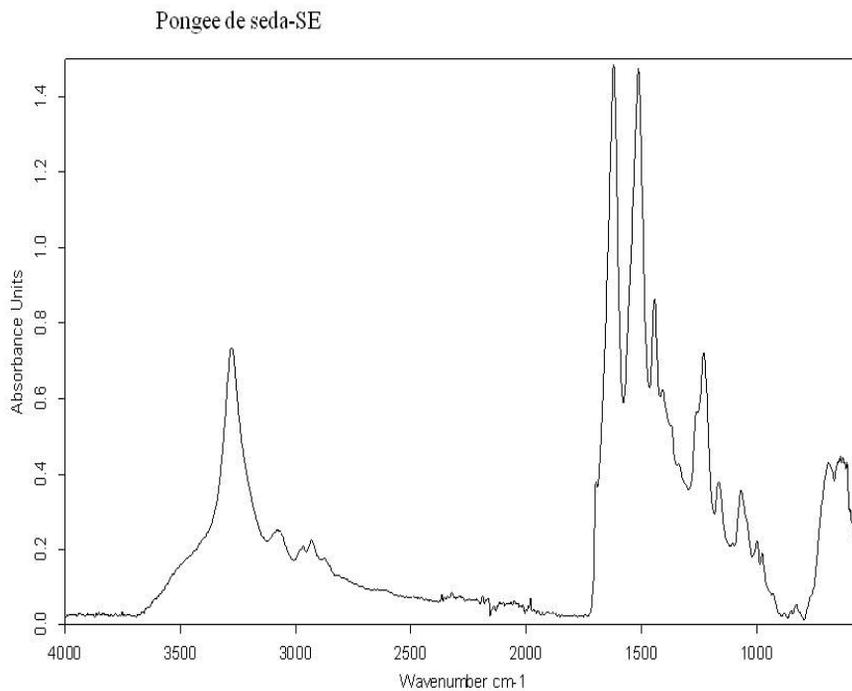


Figura 34 . Espectro IR del pongé de seda sin envejecer.



Tabla 28. Identificación de las bandas IR del pongé de seda sin envejecer.

Pongé de seda, SE		ASIGNACIÓN
$\lambda(\text{cm}^{-1})$		
3525		Vibración de tensión asociada al grupo NH
3278		Vibración de tensión asociada al grupo OH
3073		Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
2977		Vibr. tensión asimétrica -CH ₃
2935-2871		Vibración de tensión asimétrica/simétrica asociadas al grupo -CH ₂ -
1696-1622		Vibración de tensión asociada al grupo C=O en una amida I
1508		Vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina II (R-NHR')
1441		Vibración de flexión asociada al grupo C-H; Vibración de tensión C-C-C
1405		Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
1370		Vibración de flexión en el plano asociada al grupo C-H
1331		Vibración de tensión asociado al grupo C-O
1264		Vibración de flexión en el plano asociada al grupo O-H
1229		Vibración de tensión asociado a una amida III
1161		Vibración de tensión asociado al grupo C-O; Vibración de tensión C-C-C
1062		Vibración de tensión asociado al grupo C-O-C; Vibración de tensión Gly-Gly
991-974		Vibraciones de flexión del grupo C-H en un anillo, n=6; Vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH; Vibración de tensión Gly-Ala
924		Vibración de flexión del grupo NH
821		Vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo O-H

362



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Se realizó un ciclo de 72h de exposición a la radiación ultravioleta, tras el cual se obtuvieron las microfotografías de los tejidos. Se pudo observar un “amarilleamiento” muy obvio, que se cuantificó con el espectrofotómetro de reflexión. (Ilustración 17).

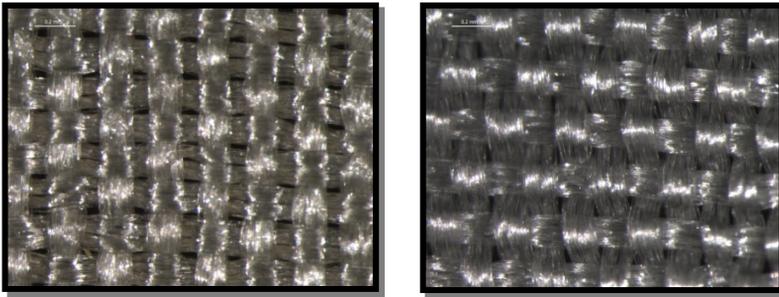


Ilustración 17. Microfotografías: Izquierda, Pongé de seda tras 72 h expuesto a la radiación ultravioleta, x40. Derecha tejido sin envejecer, x40.

En la figura 35, se presenta la comparativa de espectros realizados con el espectrofotómetro de reflexión en las probetas C.E.UV.T.5 y C.E.UV.U.5. Donde el espectro del pongé de seda sin envejecer, dista mucho de los espectros en tramas y urdimbres del pongé envejecido por exposición a la radiación ultravioleta, lo que supone un cambio cromático muy acusado.



Las mediciones realizadas sobre la trama y la urdimbre son idénticas, Figura 35, por lo que este tejido modificará por igual en los dos sentidos del ligamento. Este resultado adquiere importancia a nivel práctico, puesto que permite al restaurador despreocuparse de la direccionalidad de sus actuaciones, variando sus intervenciones cromáticamente de igual modo tanto cuando utilice el tejido en tramas como en urdimbres, dado que alterarán la pieza de forma similar. El pongé de seda modifica de manera muy acusada su cromatismo al ser expuesto a la radiación ultravioleta. Por lo tanto, para intervenciones visibles como lagunas en el haz de la pieza debe de controlarse al máximo la radiación ultravioleta, de lo contrario se alterará su cromatismo de forma muy apreciable, perdiendo el mimetismo con la obra intervenida, sin embargo su utilización de soporte por el envés no se ve alterado por este factor al estar cubierto.

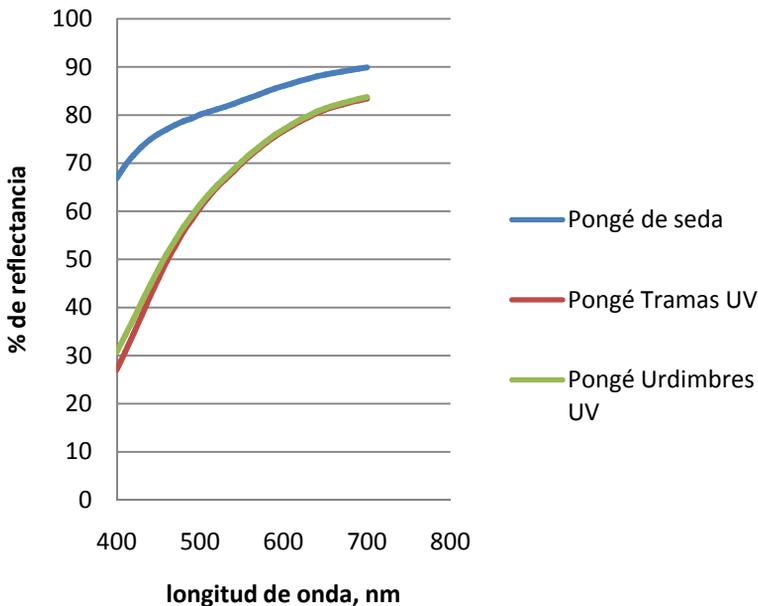


Figura 35. Comparativa de los espectros de reflectancia del pongé de seda sin envejecer y tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta.



La variación cromática del pongé de seda en este proceso de envejecimiento pierde luminosidad, mostrando un diferencial de ΔL^* -6,5, con una tendencia al amarilleamiento muy elevada, como indica el diferencial en el parámetro Δb^* de 16,40. (Tabla 29).

Tabla 29. Índices cromáticos del pongé de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta

	SE	UV	
L*	93,0162	86,5075	
a*	0,8828	0,6188	
b*	5,5329	21,9628	
		-6,5085	ΔL^*
		-0,2639	Δa^*
		16,4298	Δb^*
		17,6741	ΔE_{ab}^*

El diferencial ΔE_{ab}^* de la tabla 29, muestra valores muy altos, 17,6741, que se traducen en una visibilidad de los cambios cromáticos muy notorio a simple vista.

El pongé de seda envejecido por radiación ultravioleta disminuye sus valores de resistencia a la tracción, llegando a reducirse de 425 a 65,58 N necesarios para provocar la rotura y alterando su capacidad de resistencia de 85,03 N/cm a 13,12 N/cm.

Sus valores de elongación sufren una fluctuación a la baja, similar a los valores que se han citado con anterioridad, pasando de porcentajes de elongación de un 12% a un 2,61 %. (Tabla 30).

365



Tabla 30. Índices de resistencia del pongé de seda envejecida artificialmente por radiación ultravioleta, en las probetas P.E.UV.T.1- P.E.UV.T 2- P.E.UV.T 3- P.E.UV.T 4- P.E.UV.T 5, P.E.UV.U1- P.E.UV.U 2- P.E.UV.U 3- P.E.UV.U 4- P.E.UV.U 5.

Material		FH.N	N/cm	%
		UV	UV	UV
Pongé de seda	Tramas	65,58	13,12	2,61
	Urdimbres	62,72	12,54	1,39

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

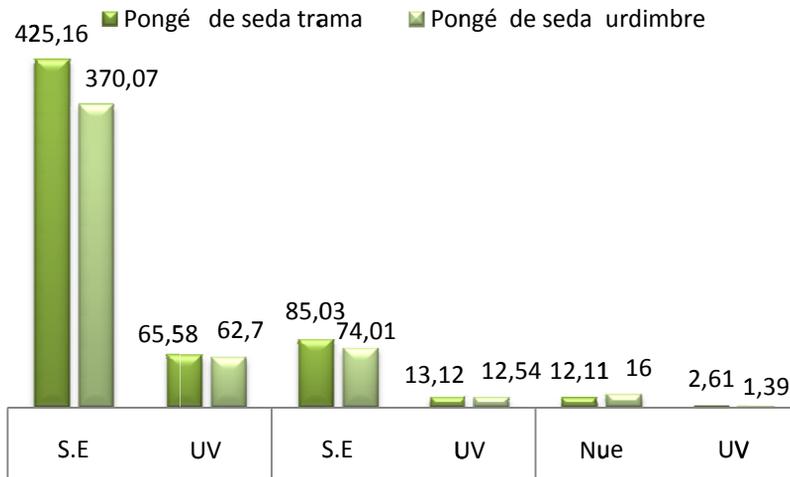


Figura 36. Ensayos de tracción del pongé de seda sin envejecer.

La comparativa de curvas de resistencia del pongee de seda en urdimbres y tramas sin envejecer y envejecido es muy diferente, así que se han adjuntado ambas curvas en tramas y en urdimbres comparadas con su igual sin envejecer.



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

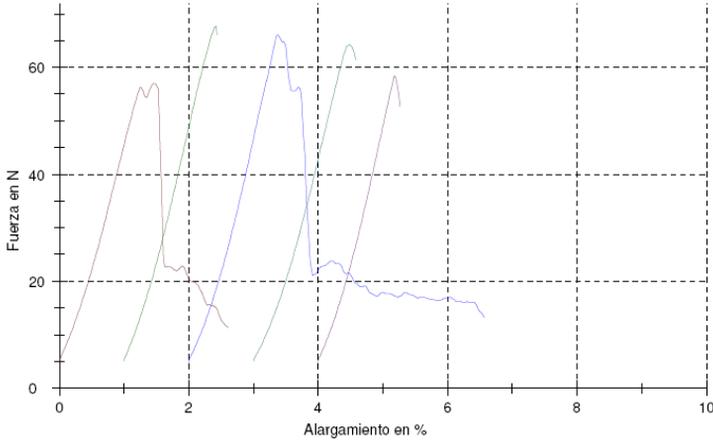


Figura 37 . Curva de resistencia a la tracción del pongé de seda trama envejecido por radiación ultravioleta.

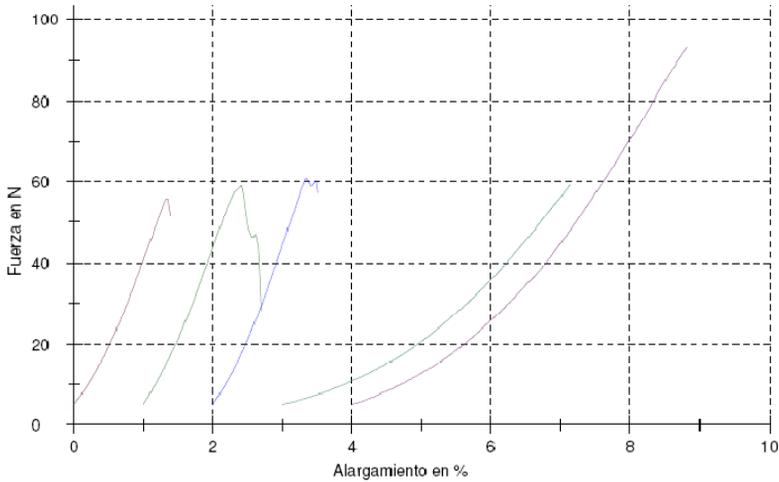


Figura 38. Curva de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbre envejecido por radiación ultravioleta.

367



El pongé de seda en tramas al igual que en urdimbres disminuye su valor de elongación y resistencia en gran medida. (Figura 39).

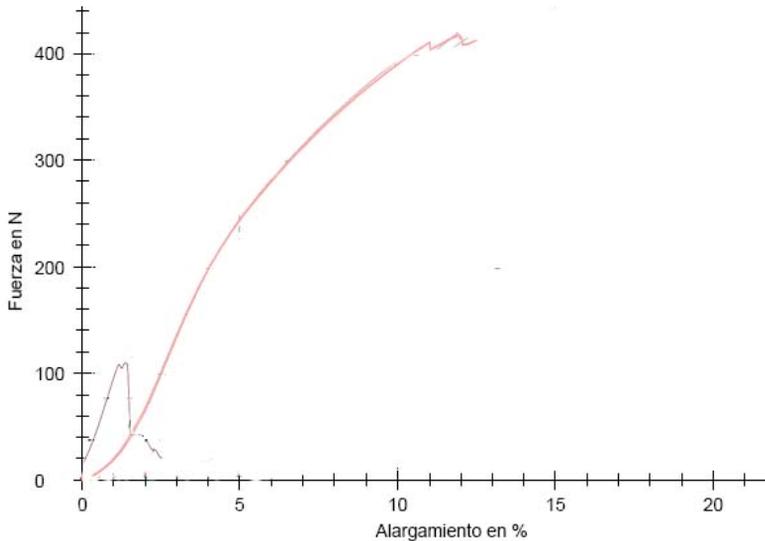


Figura 39. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda tramas sin envejecer (raya violeta) y envejecido artificialmente con radiación ultravioleta (raya negra).

El pongé de seda en urdimbres sin envejecer presenta, mayor capacidad de elongación que en tramas sin envejecer, pero al igual que las tramas su capacidad de alargamiento se ve muy mermada tras el envejecimiento por radiación ultravioleta. (Figura 40).

892
368



G-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

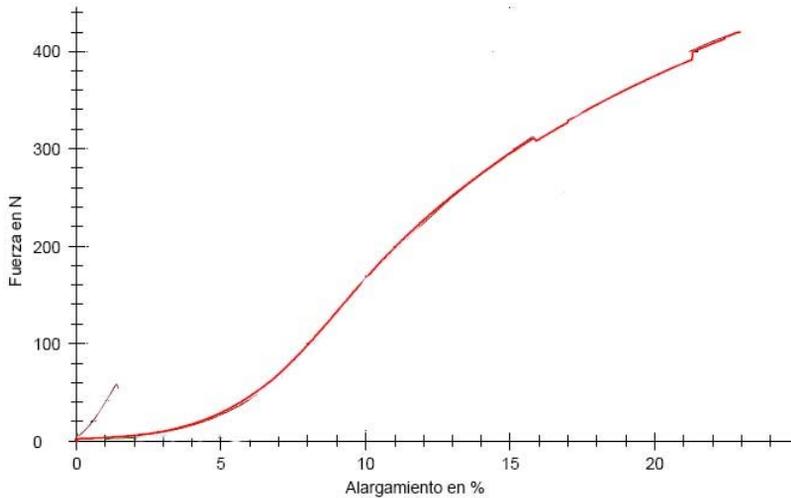


Figura 40. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbres sin envejecer (raya roja), y envejecido artificialmente con radiación ultravioleta (raya negra).

En el pongé de seda sin envejecer se ha confirmado que las urdimbres, pese a tener una finura menor, tenían más capacidad de elongación, comparándola con la capacidad en tramas, pero tras el envejecimiento por radiación ultravioleta se observa como la capacidad de elongación de las urdimbres se ve mermada en mayor medida que en tramas, haciendo perder las diferencias que existían entre tramas y urdimbres. (Figuras 39-40).

En conclusión, tras un ciclo de 72h de radiación ultravioleta, las tramas tienen más capacidad de resistencia y elongación que las urdimbres. (Figura 41).

369



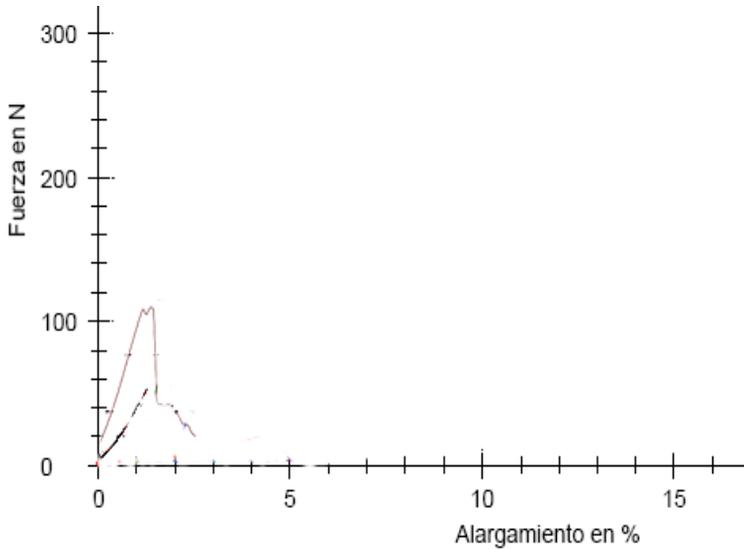


Figura 41. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda tramas envejecidas artificialmente con radiación ultravioleta (raya violeta) y en urdimbres (raya negra).

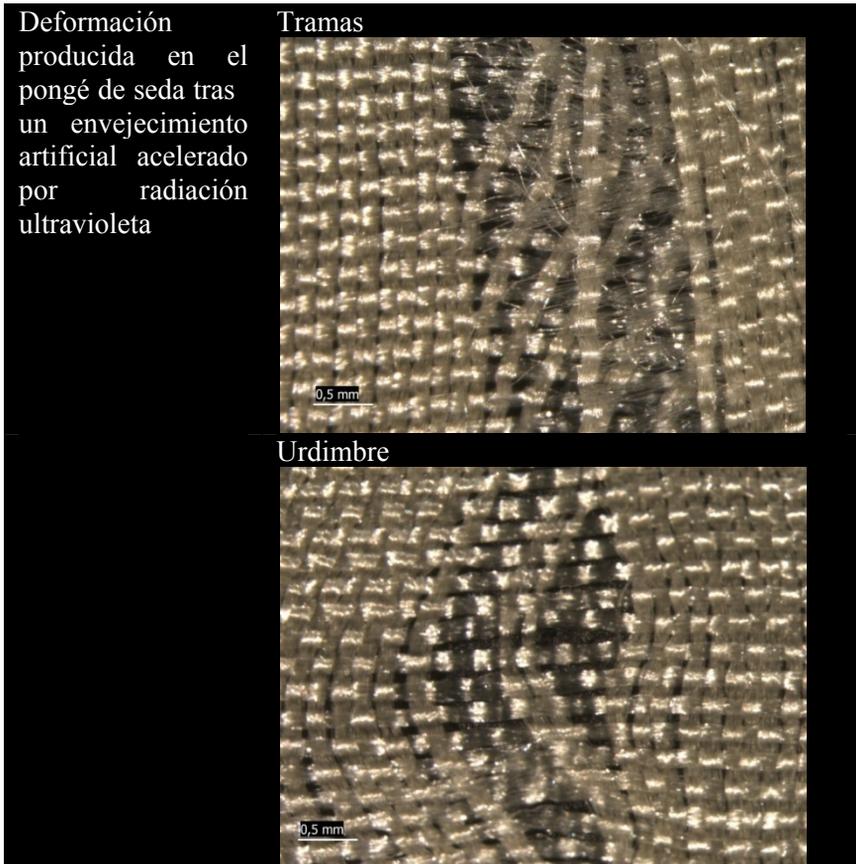
Los efectos de la rotura de la fibra es similar entre ambas direcciones del ligamento y entre el pongé sin envejecer por radiación ultravioleta y envejecido.

En el pongé sin envejecer (Tabla 31) se observaba una fractura sin deformación del ligamento, pero tras la exposición a la radiación ultravioleta, sí se podría decir que se deforma levemente en comparación con la inmovilidad que sufre tras su exposición de 72h a este factor, fraccionándolo por completo, sin modificar el resto del ligamento. Dicho comportamiento puede ser debido al efecto deshidratador que la radiación ultravioleta provoca en las fibras de seda, perdiendo toda su capacidad de flexibilidad y fracturándose únicamente en las zonas donde se concentra la tensión sin tener ninguna capacidad de amortiguarla mediante algún movimiento de expansión.



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

Tabla 31. Microfotografías de la rotura en pongé de seda sometida a un ciclo de 72h de envejecimiento artificial acelerado por radiación UV, x16.



Estas diferencias se pueden observar con mayor detalle mediante el análisis de las imágenes de electrones retro dispersados (SEM), tanto en el aspecto de las fibras como de las roturas (Tabla 32). La radiación ultravioleta provoca un deterioro visible, con un efecto de sequedad muy notorio y como consecuencia, un aspecto escamado y una superficie muy pulverulenta de la fibra.

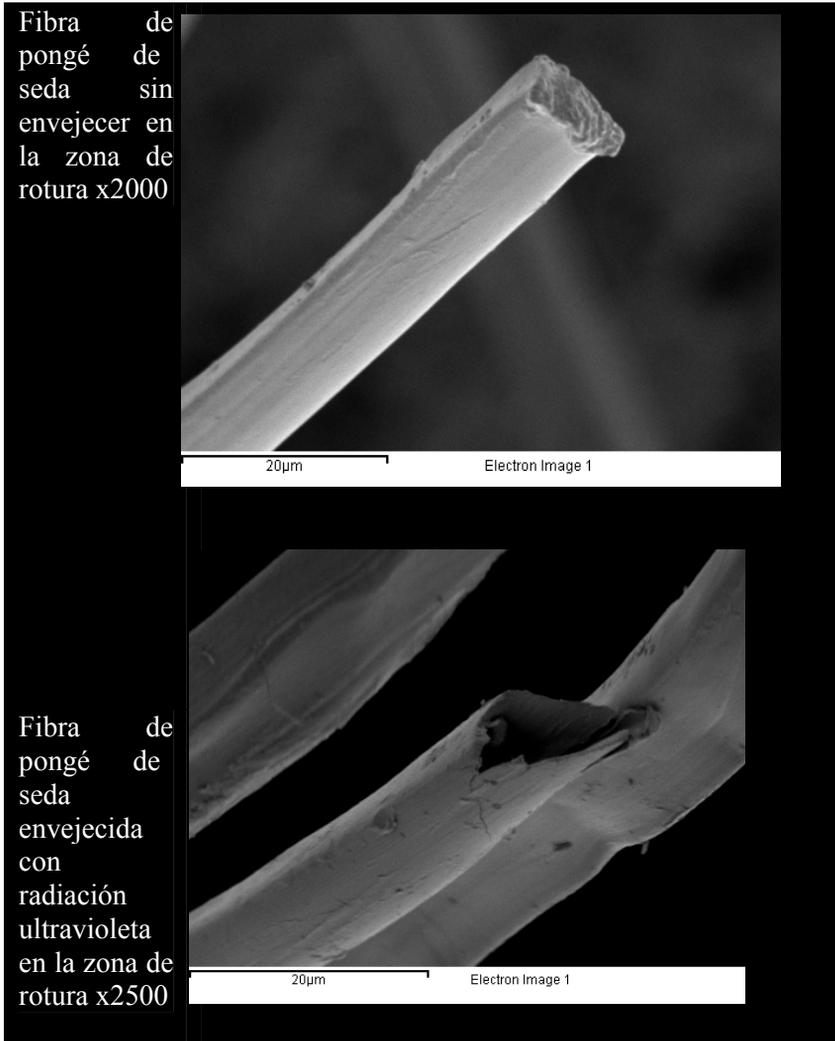
371



G-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

Al comparar la zona de rotura de la fibra antes y después del envejecimiento ofrece un aspecto totalmente diferente, pasa de ser una fibra densa a convertirse en una fibra hueca.

Tabla 32 Comparativa entre las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de las roturas del pongé de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h, x2000 y x2500.



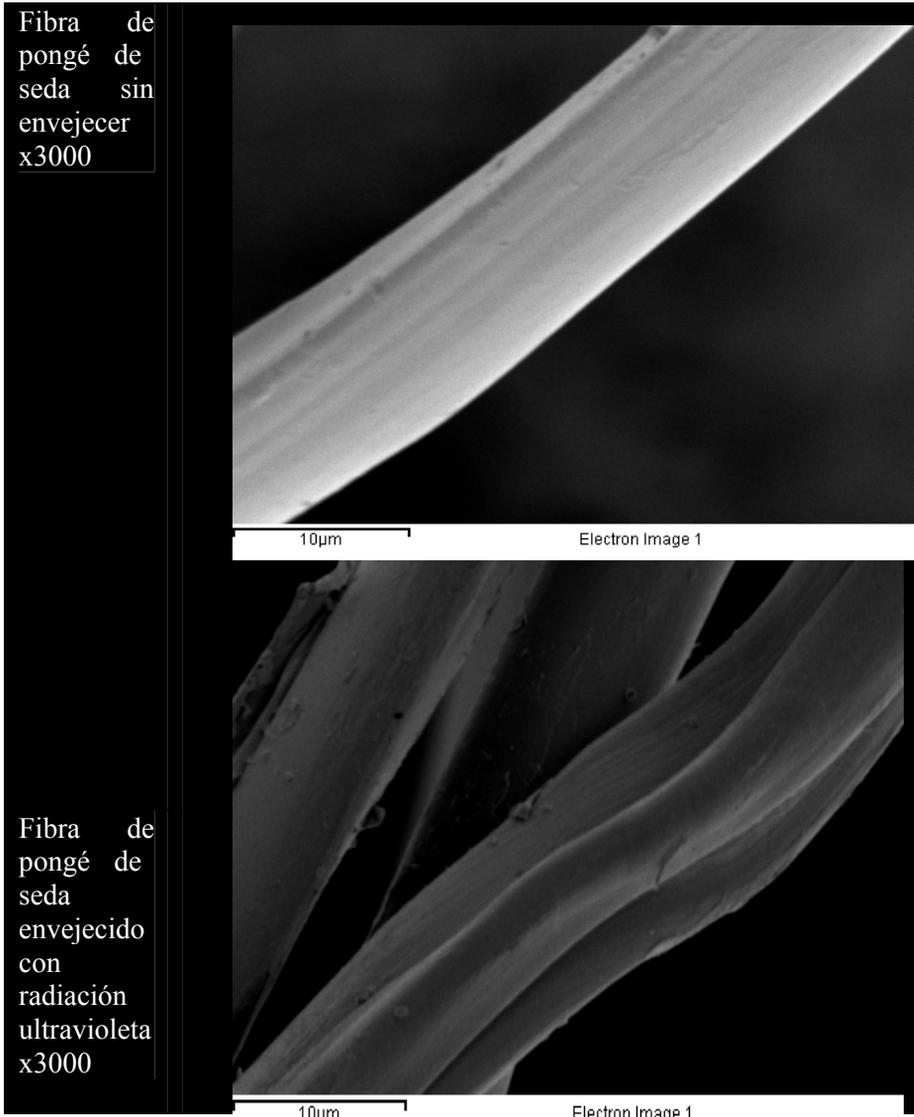
372



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

Otro detalle distinto se observa en las paredes de ambas fibras, pues adquiere un aspecto más pulverulento tras ser envejecido por radiación ultravioleta. (Tabla 33).

Tabla 33. Comparativa entre las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de las paredes tras las roturas del pongé de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h , x3000.



373



En la figura 42 se presenta la comparación entre los espectros IR del pongé de seda sin envejecer y envejecido durante un ciclo de 72h por radiación ultravioleta. Se observa que se produce una disminución en la absorbancia de la banda IR correspondiente al OH (3278 cm^{-1}) del grupo carboxílico,* mientras aparece un hombro a 1741 cm^{-1} correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O) de un grupo éster, esto podría indicar que el polímero de la seda se está oxidando, y por tanto, degradando. Por otro lado, también se observa un ligero desplazamiento y ensanchamiento de la banda IR de la amida I, de 1621 a 1627 cm^{-1} , causado por la disminución de los enlaces por puentes de hidrógeno. Del mismo modo, en la Figura 42, detalle de la zona entre los 1440 - 900 cm^{-1} , se aprecia un ligero aumento en el valor de absorbancia correspondiente a los grupos C-O y O-H.

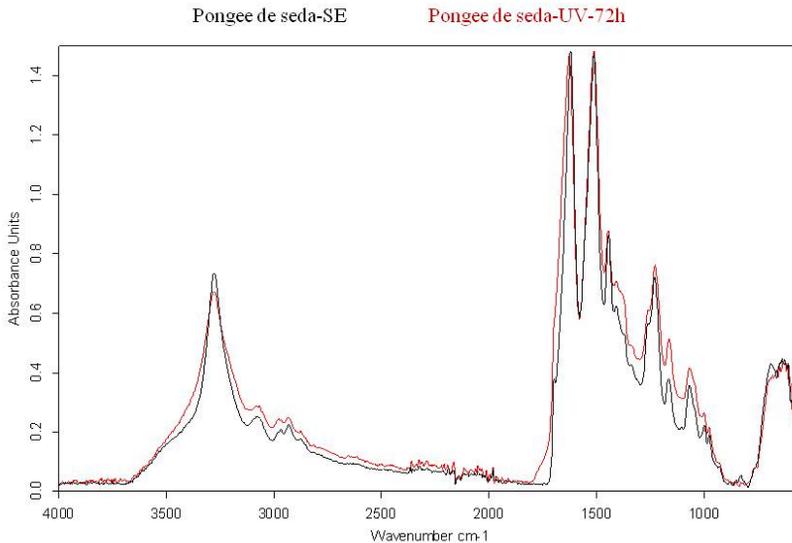


Figura 42. Espectros IR del pongé de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



G-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

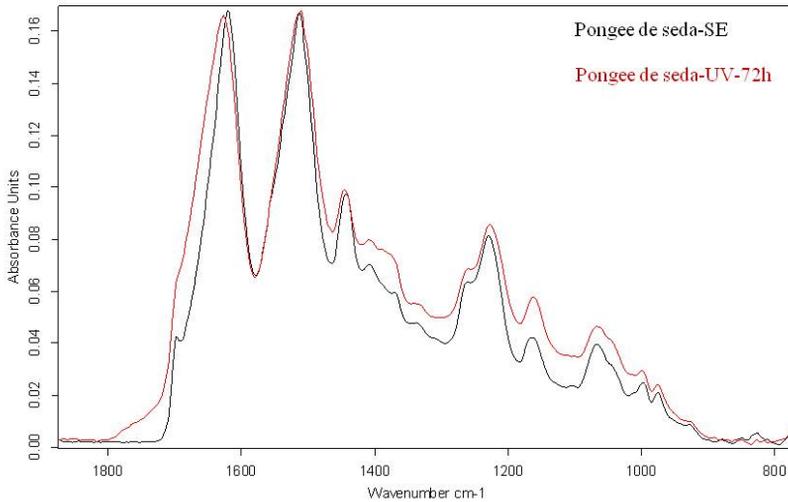


Figura 43 .Detalle de la zona 1800-800 cm⁻¹ de los espectros IR del pongé de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h.

Estos cambios estructurales estarían en concordancia tanto con los cambios cromáticos (mayor amarilleamiento) como con los cambios sufridos por la fibra de pongé de seda que se ha convertido en más quebradizo y menos elongable.



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR CALOR SECO

En el caso de la exposición del pongé de seda al calor seco, también exhibe una gran variación cromática, lo que dificulta la estabilidad de las intervenciones en el futuro.

Con este envejecimiento, al igual que en el caso anterior de exposición a la radiación ultravioleta, las tramas y las urdimbres varían cromáticamente de forma similar.

Según las microfotografías (Ilustración 18 y 19) no se distinguen cambios notorios, únicamente se aprecia un ligero “amarilleamiento” que se hará más patente en las medidas con el espectrofotómetro de reflexión.

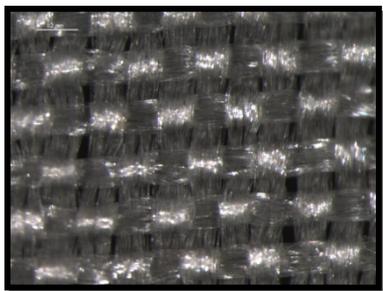


Ilustración 18. Microfotografía de la fibra de pongé de seda; x40 sin envejecer.

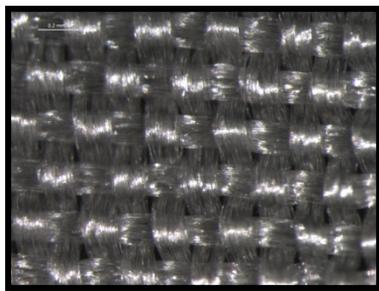


Ilustración 19. Microfotografía de la fibra de pongé de seda tras una exposición de un ciclo de 72h en calor seco, x40.

En la figura 44 se presenta la comparación llevada a cabo entre los espectros de reflectancia del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h). Se distingue cierta variación entre ambos espectros, aunque cabe señalar que esta diferencia es menor a la observada en el caso del envejecimiento por radiación ultravioleta.



El cambio cromático que se aprecia, varía de forma similar tanto en tramas como en urdimbres, por lo que la aplicación del pongé de seda en los procesos de consolidación textil no experimentará cambios tanto si se utiliza en una dirección como en la otra. (Ilustraciones 18-19).

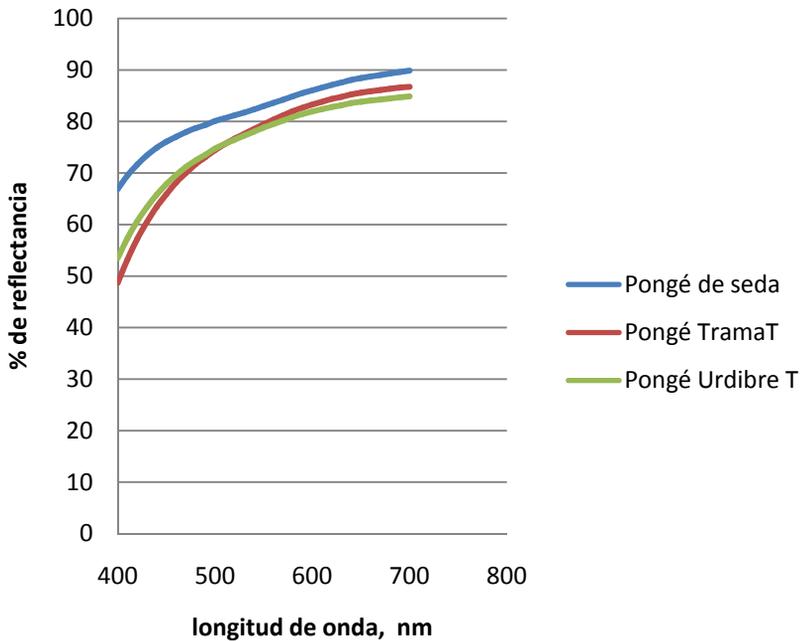


Figura 44 Espectro de reflectancia del pongé de seda tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco.

Con el calor seco el pongé de seda se oscurece con un diferencial ΔL^* -1,8, modificándose hacia tonalidades verdosas como muestra el valor Δa^* -0,8387 y virando hacia el amarillo de forma drástica con un Δb^* 5,44. (Tabla 34)

377



Tabla 34. Índices cromáticos del pongé de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta.

	SE	T	
L*	93,0162	91,2121	
a*	0,8828	0,0441	
b*	5,5329	10,9752	
		-1,8039	ΔL^*
		-0,8387	Δa^*
		5,4422	Δb^*
		5,7944	ΔEab^*

El diferencial ΔEab^* da un valor de 5,79 lo que indica un cambio cromático apreciable por el ojo humano.

Los cambios del pongé de seda sufridos respecto a su capacidad de resistencia tras ser expuesto a calor seco, no son tan drásticos como los valores observados tras su exposición a la radiación ultravioleta. Aunque los resultados señalan una ligera disminución tanto en resistencia como elongación del tejido (Tabla 35 y Figura 45). En su resistencia son mínimos oscilando entre valores de 85,03 N/cm a 75,34 N/cm y los valores de elongación varían en tres puntos pasando del 12% al 9% .

En cuanto a las diferencias de variación de la trama y la urdimbre tras ser expuestas al calor seco, este les afecta de manera similar, variando sus valores de forma idéntica, disminuyendo su capacidad de resistencia a 10 N/cm y el 3% de elongación en tramas y urdimbres.



Tabla 35. Capacidad de resistencia del pongé de seda sin envejecer y envejecido con calor seco en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		T	T	T
Pongé de seda	Tramas	57,98	11,62	6,63
	Urdimbres	57,54	11,51	6,23

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

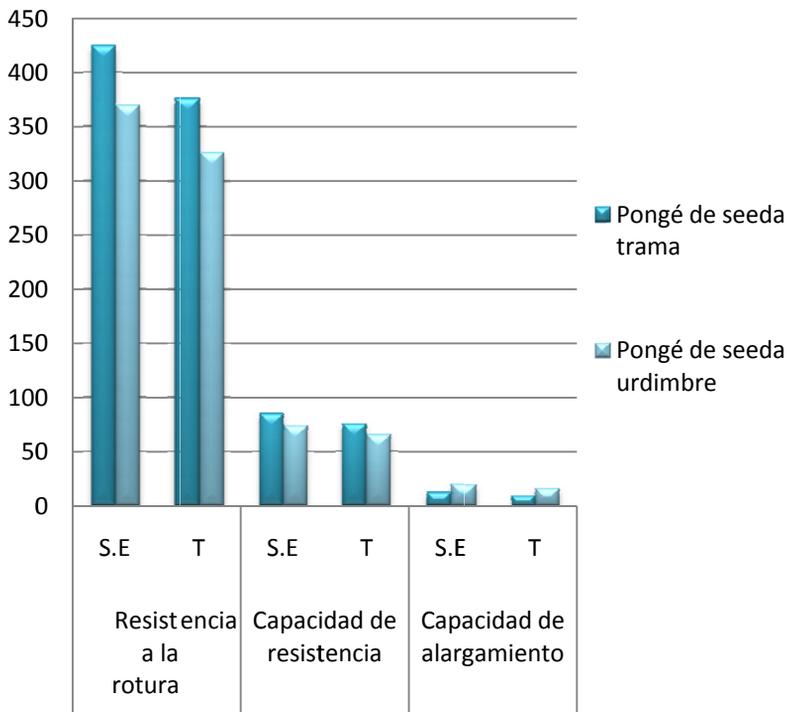


Figura 45. Valores de capacidad de resistencia del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h).

379



Los resultados indican que los valores elevados de temperatura no afectan al pongé de seda de forma drástica, ni en su capacidad de alargamiento, ni en su capacidad de resistencia. Pese a que si se podrían mencionar diferencias, pero no tan acusadas como las observadas con el envejecimiento por radiación ultravioleta.

En la curva de resistencia a la tracción, si se quieren encontrar diferencias, aunque mínimas entre tramas y urdimbres, se muestra la disminución en la capacidad de elongación y la resistencia, más acusada en las urdimbres (Figuras 47-48), manteniéndose prácticamente igual en las tramas envejecidas por calor seco (Figuras 46-49). Las diferencias que existían entre las tramas y las urdimbres siguen existiendo envejecidas por calor seco, con mayor capacidad de elongación y menor capacidad de resistencia en urdimbres que en tramas.

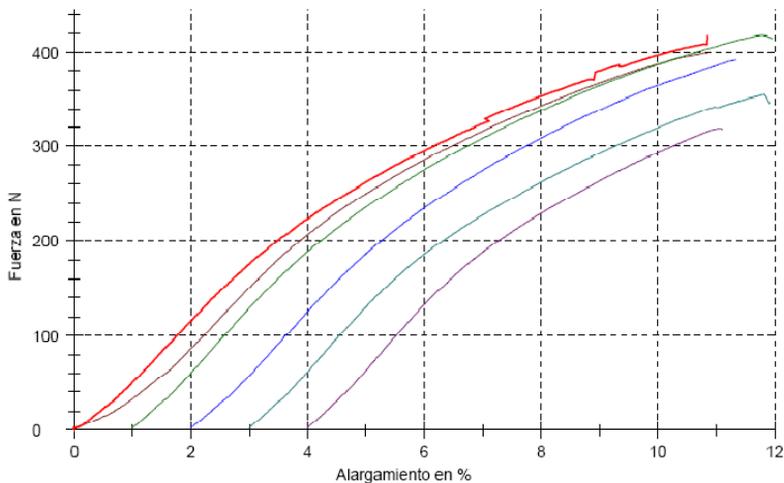


Figura 46. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda trama envejecido por calor seco.



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor seco

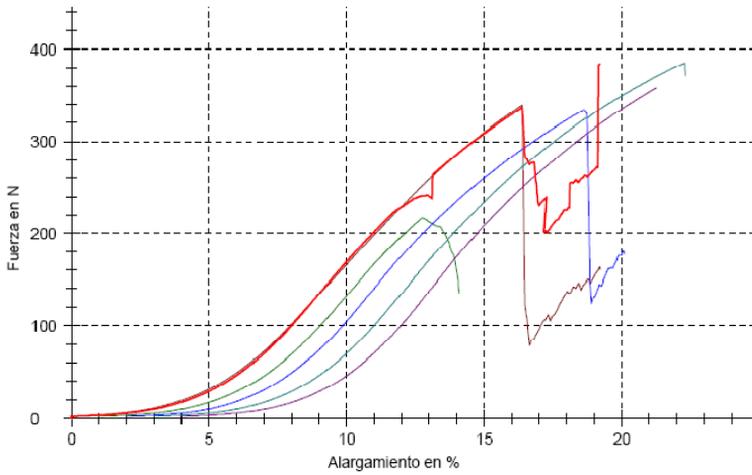


Figura 47. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda trama envejecido por calor seco.

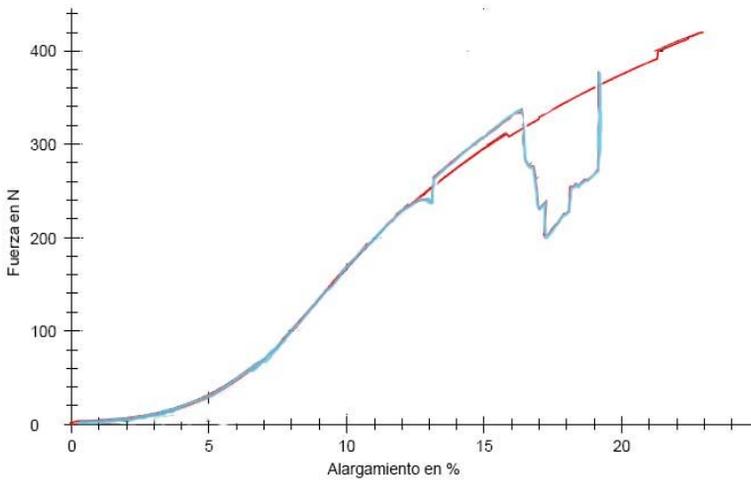


Figura 48. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbre sin envejecer (raya roja) y envejecido artificialmente con calor seco (raya azul).

381



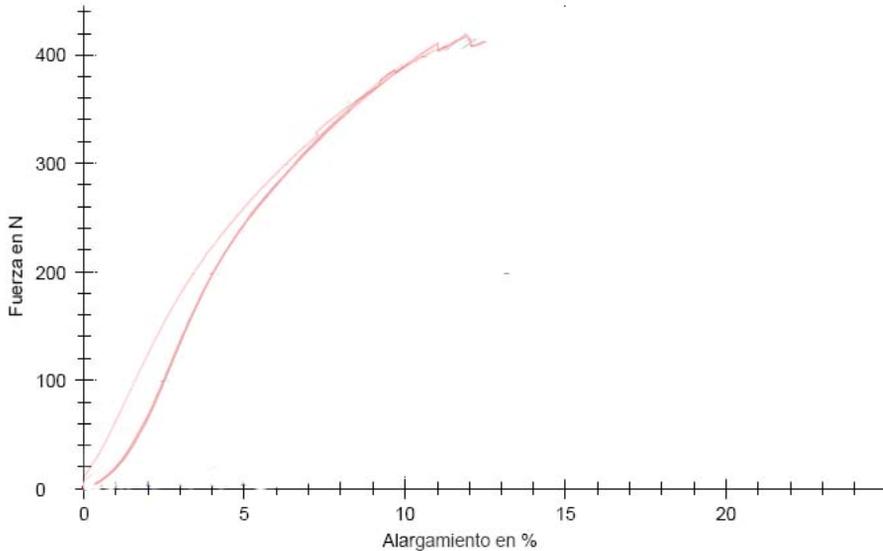


Figura 49. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbre sin envejecer (línea violeta) y envejecido artificialmente con calor seco (línea roja).

La observación de la rotura mediante el microscopio estereoscópico del tejido, indica que sin envejecer y envejecido por calor seco sufre la misma alteración, no deformándose el ligamento antes de la fractura.

Se rompen de forma similar en tramas y urdimbres, con el mismo efecto de fractura. (Tabla 36).

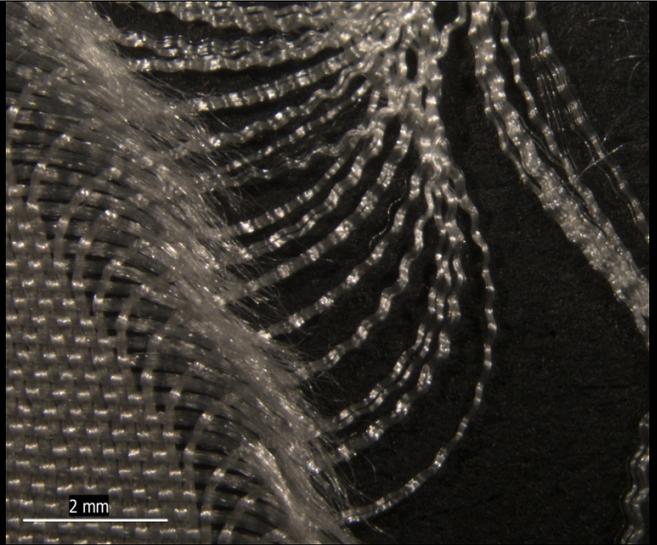
El ligamento sólo sufre una desalineación por la tensión máxima que ha soportado en la zona de fractura, efecto más acusado en el pongé de seda envejecido por radiación ultravioleta, al ser el tejido más rígido, pero en el pongé envejecido por calor seco, también se mantiene sin alterar el ligamento en las zonas alejadas de la fractura, aunque con una leve deformación debida a la elasticidad que aun mantiene la fibra.



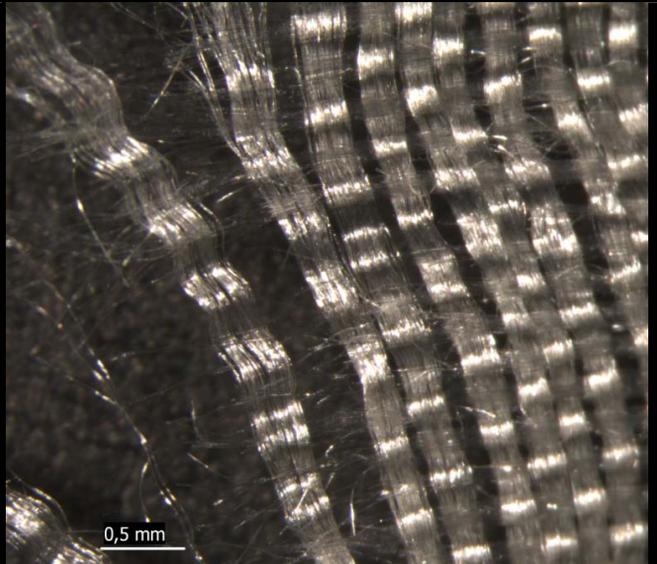
Tabla 36. Microfotografías de la rotura del pongé de seda sometido a un envejecimiento por calor seco de 72 h.

Deformación producida en el pongé de seda tras un envejecimiento artificial acelerado por calor seco

Tramas x8



Urdimbres x16

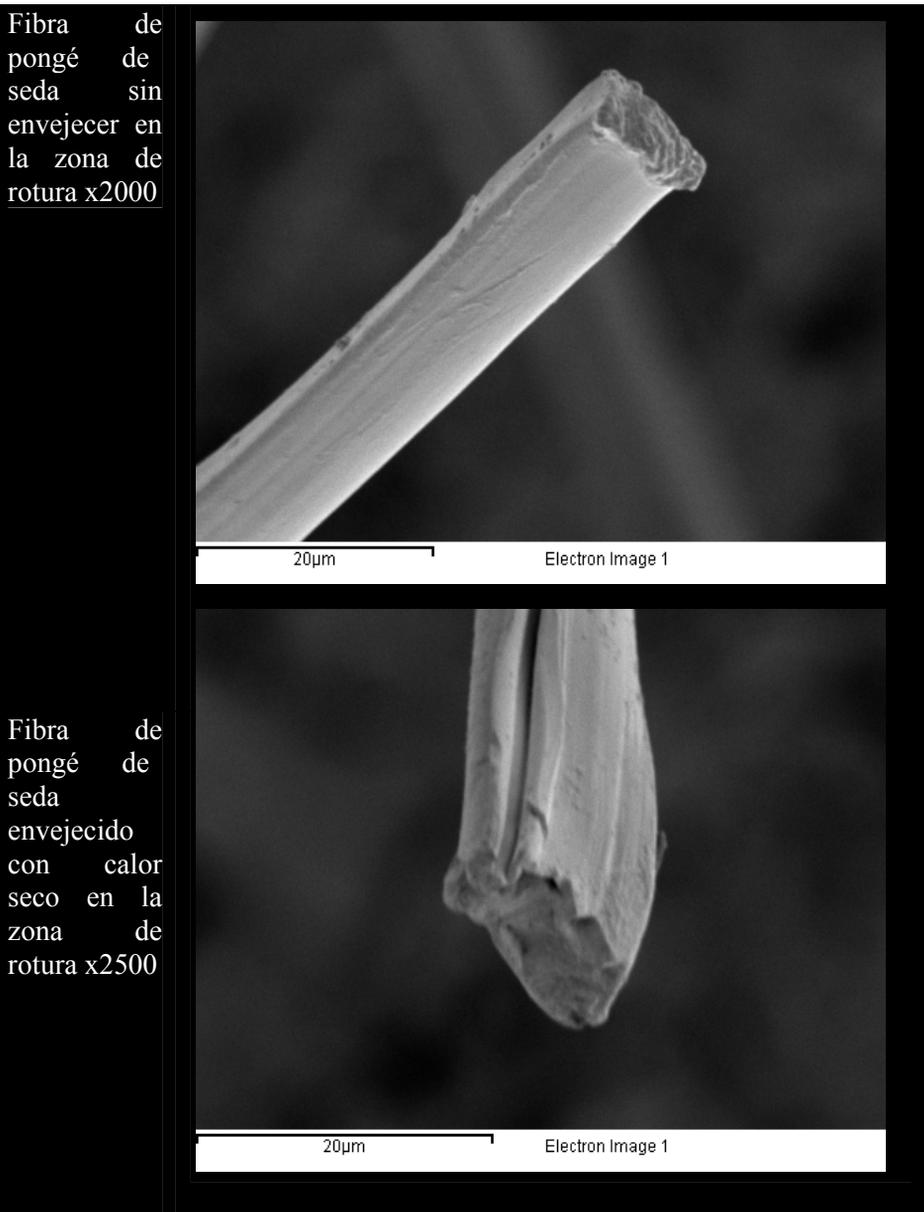


El análisis de las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) del pongé de seda envejecido por calor seco, en la zona de fractura indica que se trata de una fibra con un interior denso, pero con un aspecto más pulverulento que la tersura de la fibra sin alterar, con un leve encogimiento de la materia interna en la fractura dando el aspecto de fracturado, a diferencia del pongé sin envejecer que tiene el aspecto de materia estirada y deformada causada por el estiramiento (Tabla 37).

El aspecto de la fibra envejecida con calor seco es de una superficie más pulverulenta pese a que se mantiene lisa, aunque no tan pulida como sin envejecer, pero no alcanza los extremos de la alteración provocada por la radiación ultravioleta. El “tubo” perfecto que constituía una fibra sin envejecer pasa a ser una fibra quebrada por el centro, agrietada en su forma de cilindro (Tabla 38).



Tabla 37 Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), Comparativa entre roturas en el pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h), x2000 y x2500.

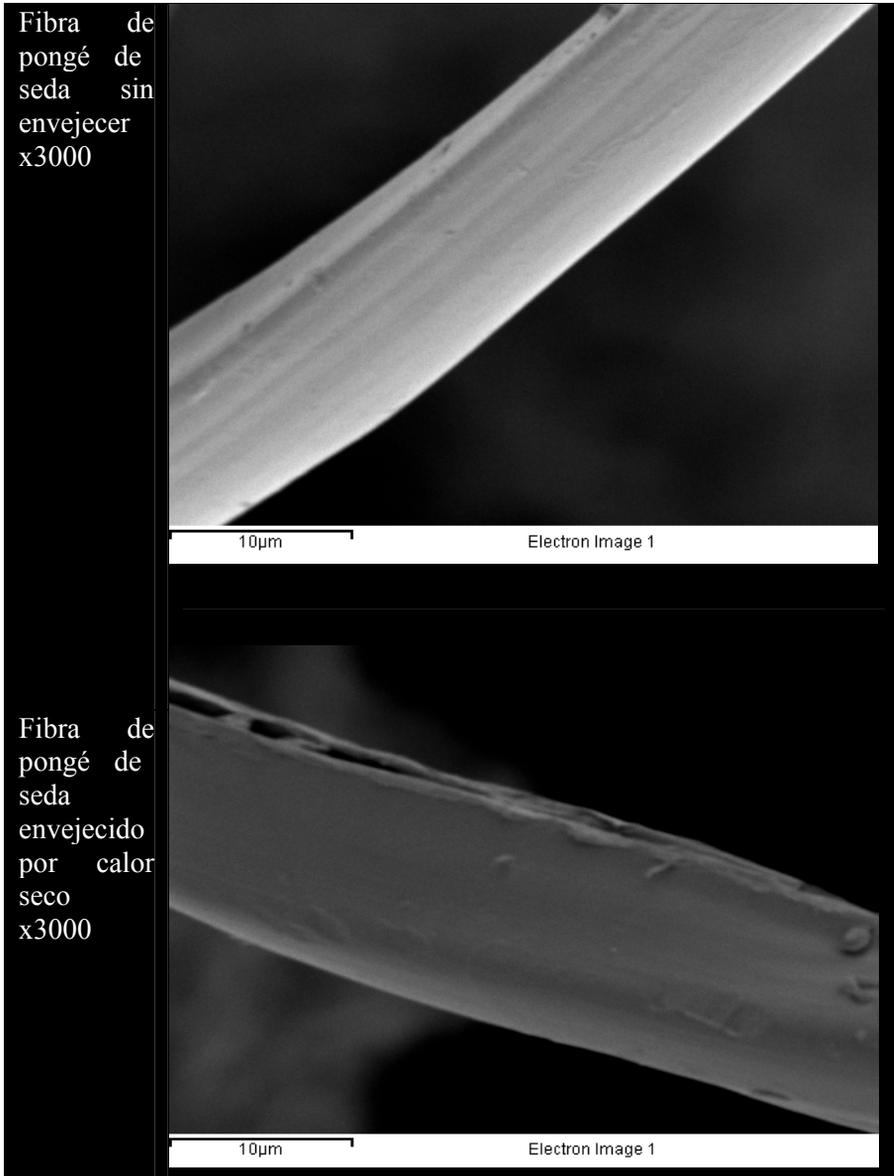


385



G-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor seco.

Tabla 38 Imagen de electrones retrodispersados (SEM), comparativa entre roturas del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h), x3000.



386



El estudio de los cambios estructurales sufridos en la fibra de pongé de seda tras ser sometido a un ciclo de 72h en calor seco se expone en la Figura 50. En ella se muestra la gran semejanza y solapamiento entre ambos espectros IR,* únicamente se puede apreciar una ligera disminución en la absorbancia de los grupos OH (3278 cm^{-1}) y C=O (1621 cm^{-1}).

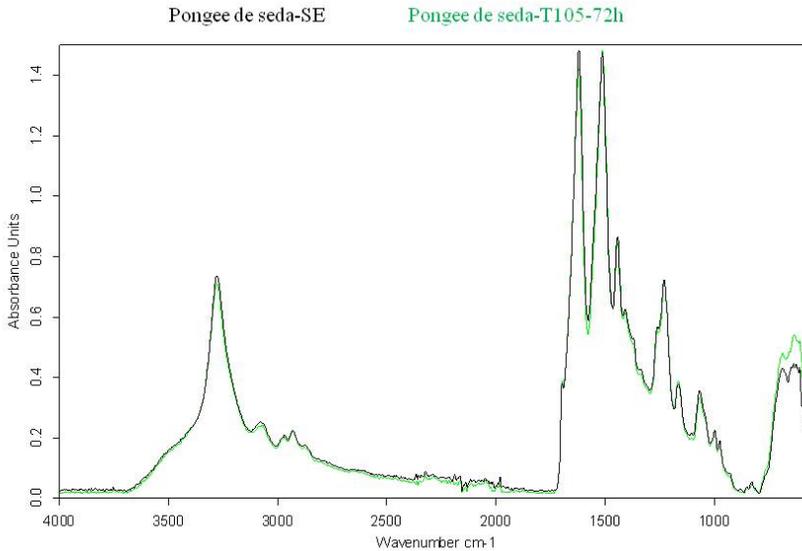


Figura 50. Espectros IR del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor seco 72h.

Los resultados obtenidos en todos los casos indican que exponer el tejido de pongé de seda a un ciclo de 72h en calor seco (T 105°C) no genera grandes alteraciones en el pongé de seda.



CAMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTICIAL ACELERADO POR CALOR HÚMEDO

El ensayo cromático señala que de los tres procesos de envejecimiento artificial acelerado a los que ha sido sometido el pongé de seda, es el envejecimiento por calor húmedo (105°C, 72h) el que lo altera cromáticamente en menor medida. Las microfotografías de las Ilustraciones 21 y 20 así lo indican.

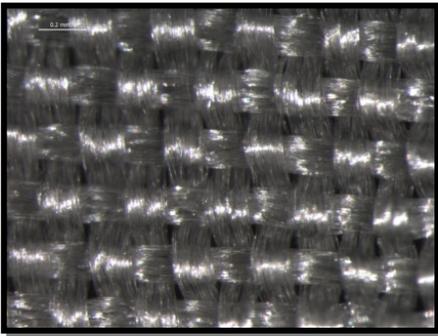


Ilustración 20. Microfotografía pongé de seda sin envejecer x40.

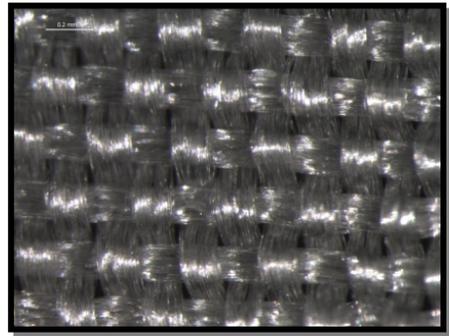


Ilustración 21. Microfotografía: Pongé de seda tras 72 h expuesto a calor húmedo, x 40.

De igual manera, los espectros del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo obtenidos mediante el reflectógrafo de reflexión, muestran que se produce un solapamiento entre ellos, así que se podría decir que sus variaciones son mínimas (Figura 51).



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

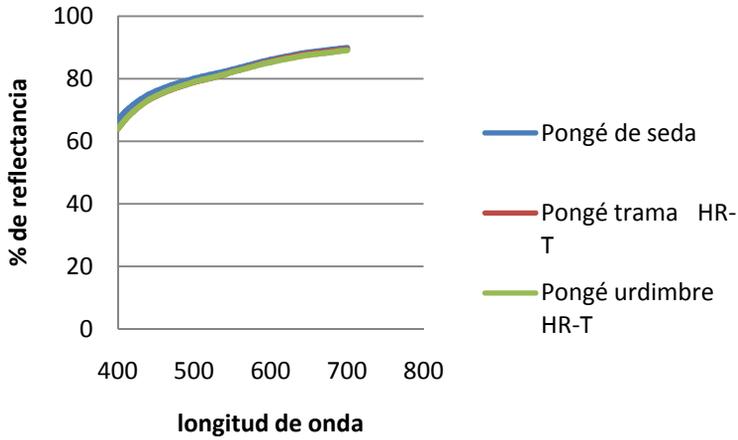


Figura 51 Comparativa de espectros de reflectancia del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo.

Las variaciones cromáticas son muy leves, disminuyendo sus niveles de luminosidad en $-0,3 \Delta L^*$ y no variando prácticamente nada en sus eje a^* y b^* (Tabla 39).

Tabla 39. Índices cromáticos del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo.

	SE	HR-T	
L*	93,0162	92,6426	
a*	0,8828	0,9657	
b*	5,5329	6,2247	
		-0,3734	ΔL^*
		0,0829	Δa^*
		0,6918	Δb^*
		0,7905	ΔE_{ab^*}

389



El diferencial ΔE_{ab}^* da un valor de 0,7905 lo que hace ver que este cambio cromático no es apreciable al ojo humano.

En los ensayos de tracción tampoco existen variaciones muy acusadas (Tabla 40- Figura 52).

Tabla 40. Capacidad de resistencia del pongé de sed a sin envejecer y envejecido con calor húmedo en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		HR-T	HR-T	HR-T
Pongé de seda	Tramas	385,13	77,02	9,85
	Urdimbres	382,57	76,51	10,09

F.H. resistencia a la rotura ; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

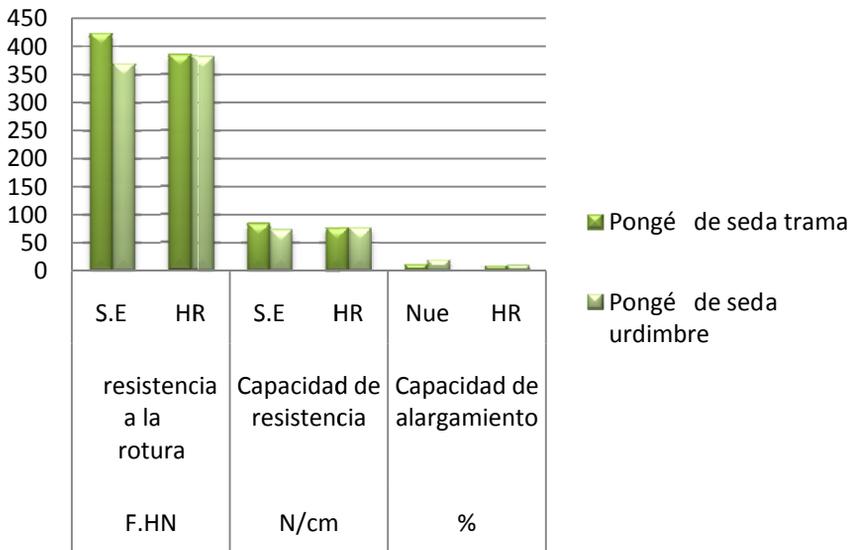


Figura 52 Ensayos de tracción del pongee de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo en un ciclo de 72h.

015
390



El pongé de seda envejecido por calor húmedo disminuye su capacidad de elongación una media del 5% y su capacidad de resistencia se ve mermada, pero en diferenciales muy bajos. (Figuras 53-55). En tramas y urdimbre los niveles de actuación varían, así que se diferenciará entre las curvas de resistencia de tramas y urdimbres. En tramas, disminuye su capacidad de resistencia y su capacidad de elongación, perdiendo menos capacidad de elongación que en urdimbres (Figura 55).

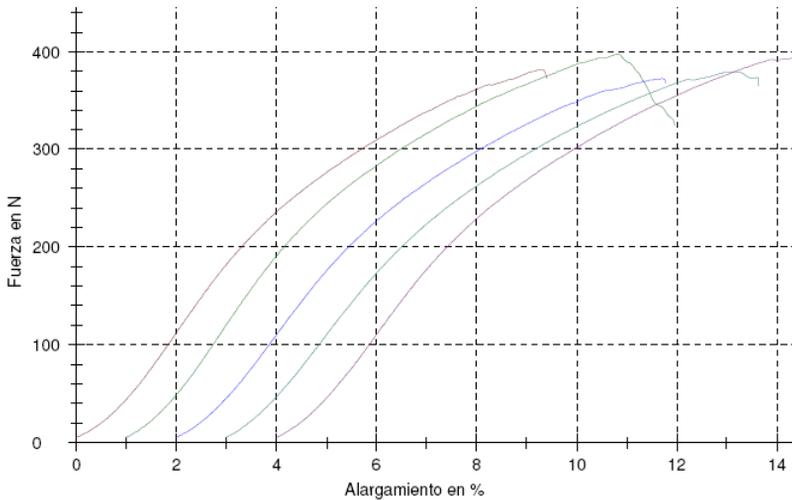


Figura 53. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda tramas envejecido artificialmente con calor húmedo.



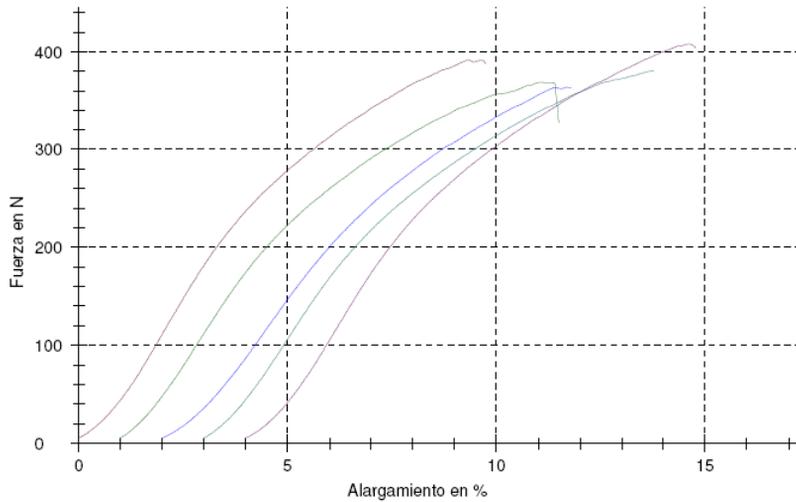


Figura 54. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbres envejecido artificialmente con calor húmedo.

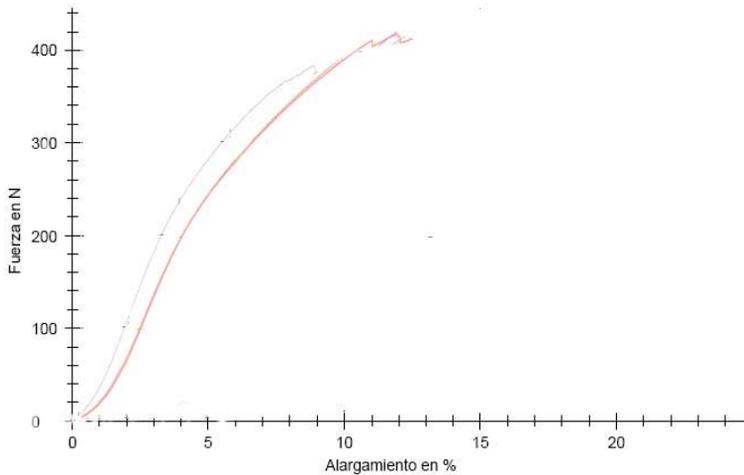


Figura 55. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda tramas sin envejecer (raya roja) y envejecido artificialmente con calor húmedo (raya violeta).

392



El pongé de seda en urdimbres es prácticamente idéntico en su capacidad de resistencia, pero disminuye de forma notoria su capacidad de elongación, convirtiéndose en una fibra más rígida que antes de ser envejecido con calor húmedo (Figura 56).

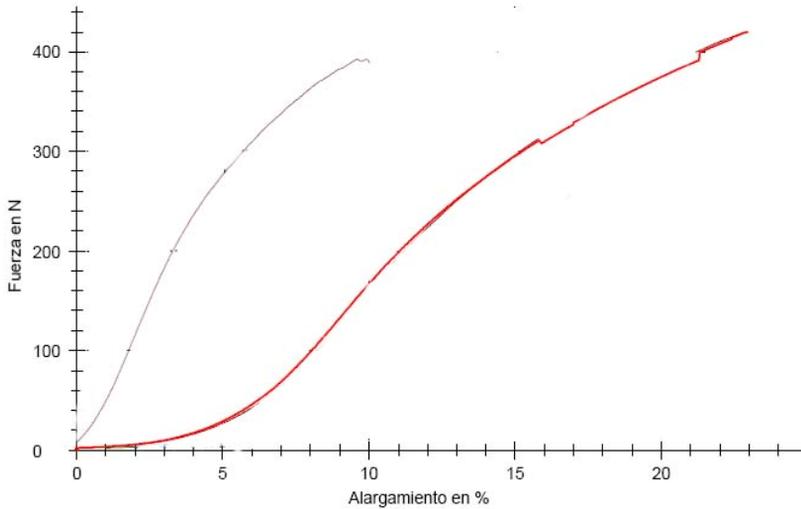


Figura 56. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda urdimbre sin envejecer (raya violeta) y envejecido artificialmente con calor húmedo (raya azul).

Al comparar la trama de pongé de seda envejecido con calor húmedo y las tramas del pongé de seda sin envejecer se observa que ambas poseen los mismos niveles de resistencia (Figura 35).



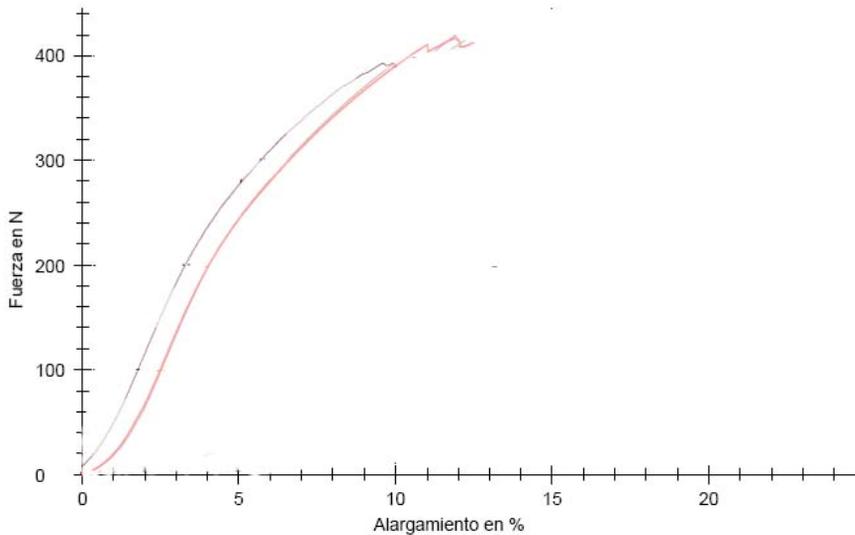


Figura 57. Curvas de resistencia a la tracción del pongé de seda trama sin envejecer (raya violeta) y pongé de seda urdimbre envejecido artificialmente con calor húmedo (raya azul).

La deformación que produce la rotura no presenta ninguna anomalía diferente a las producidas con los otros procesos de envejecimiento, ni con el pongé de seda sin envejecer (Tabla 41).

El mismo efecto de rotura se produce en ambas direcciones del ligamento, no existiendo diferencias entre la trama y la urdimbre.

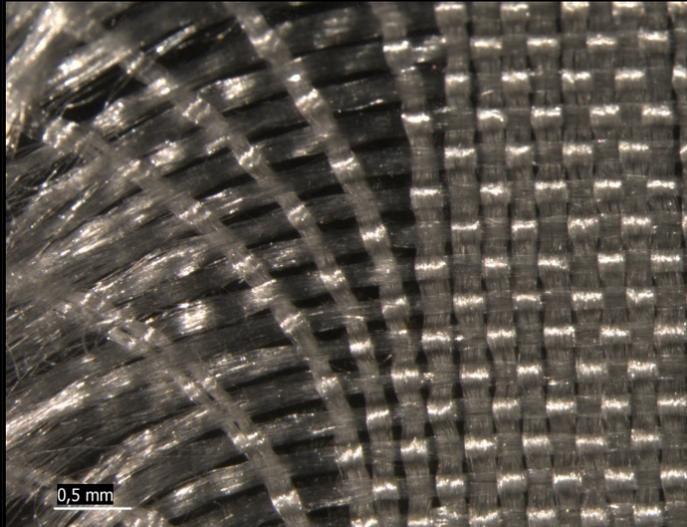


9-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

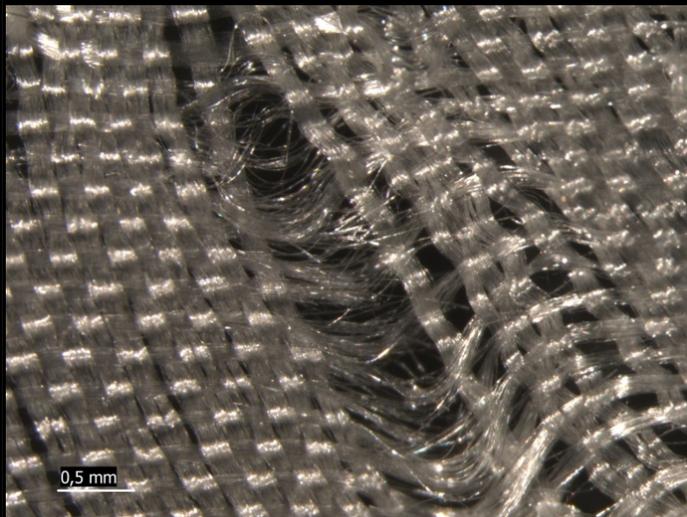
Tabla 41. Microfotografías de las roturas del pongé de seda sometido a un envejecimiento por calor húmedo, x 16.

Deformación producida en el pongé de seda tras un envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo

Trama



Urdimbre

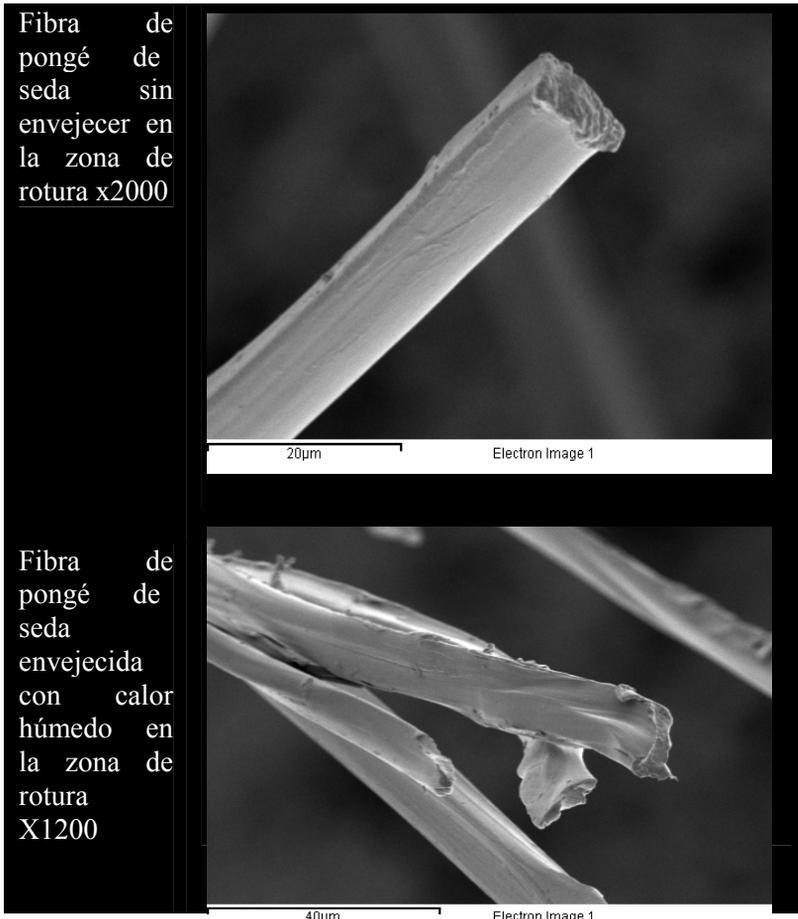


395



La fibra del pongé de seda tras el proceso de envejecimiento por calor húmedo presenta niveles de degradación menores que los obtenidos mediante los anteriores procesos de envejecimiento, al ser observadas con el SEM, la rotura se ve como una fibra densa en su interior como sin envejecer y con la deformación producida por un estiramiento antes de la fractura que ha deformado el extremo de la fibra (Tabla 42).

Tabla 42 Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo



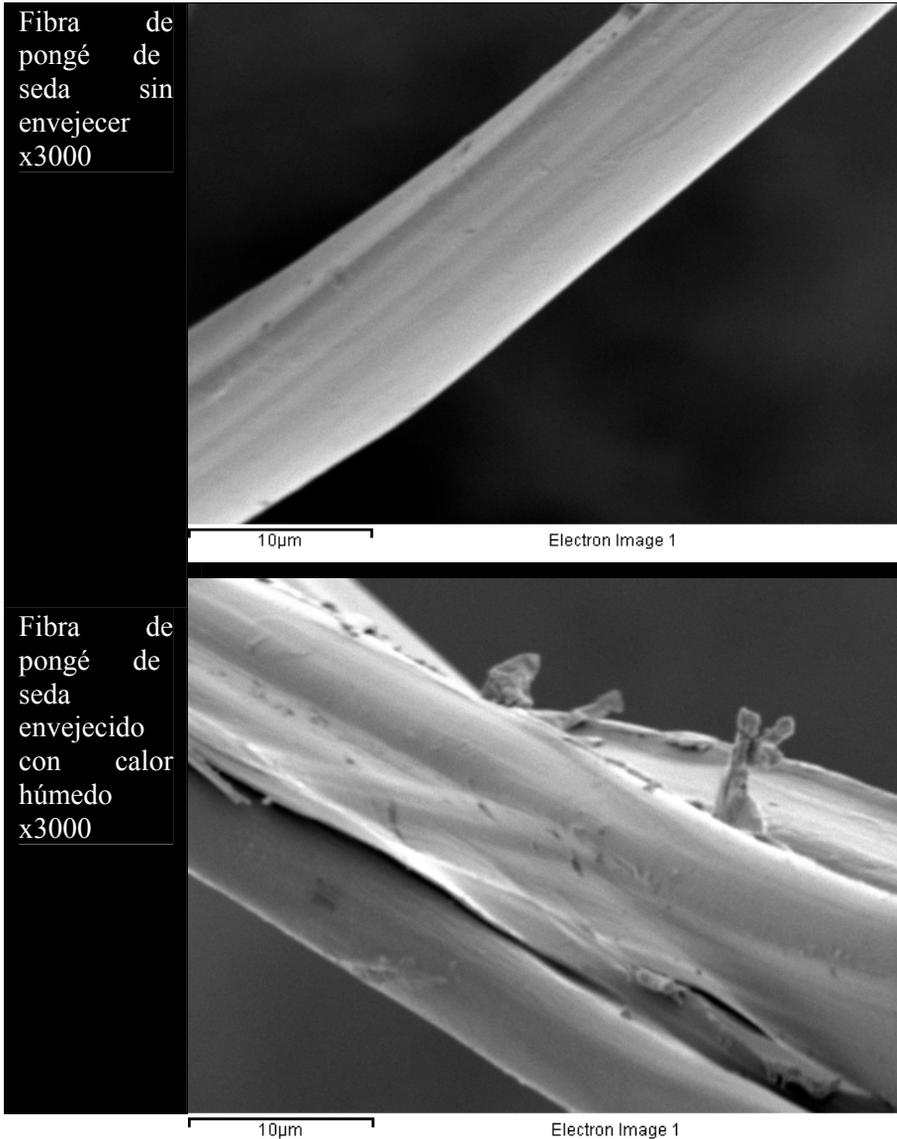
396



g-Resultados y discusión. Pongé de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

Del mismo modo, se observa que la fibra del pongé de seda está menos lisa y tersa que sin envejecer, pero sin dejar de presentar un aspecto adecuado. (Tabla 43).

Tabla 43. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo.



397



El estudio de los cambios estructurales sufridos en la fibra de pongé de seda tras ser sometido a un ciclo de 72h en calor húmedo se presenta en la Figura 58. Ambos espectros IR muestran gran semejanza, únicamente se puede apreciar una disminución en la absorbancia de los grupos OH (3278 cm^{-1}) y C=O (1621 cm^{-1}), siendo en este caso ligeramente mayor este descenso que en el caso anterior del calor seco (105° C).

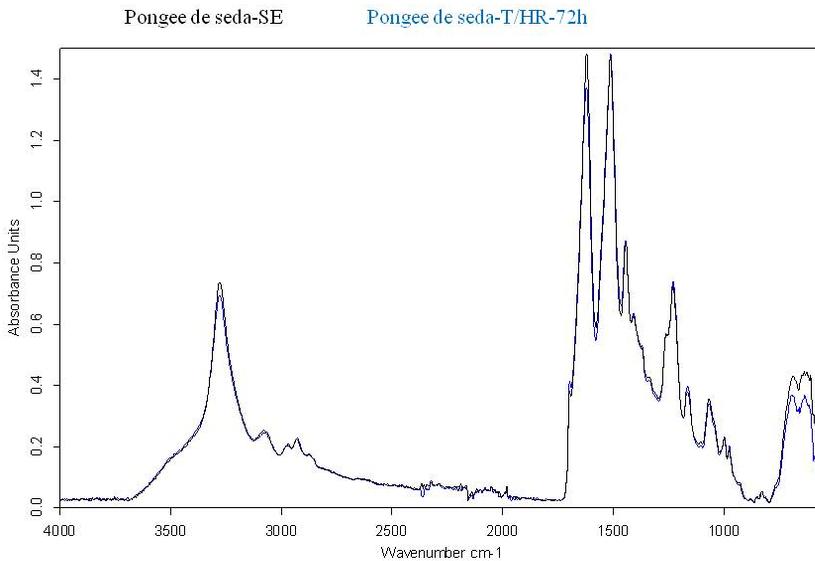


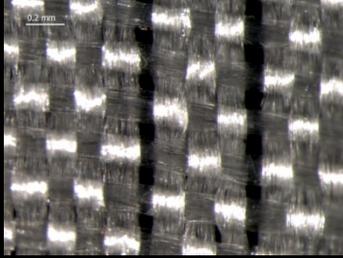
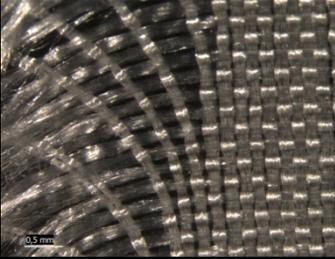
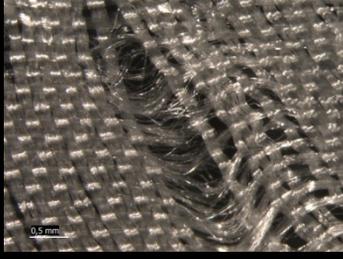
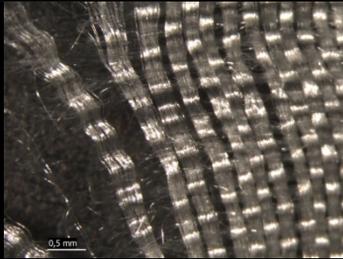
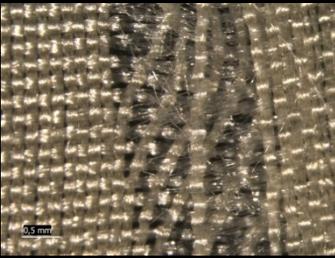
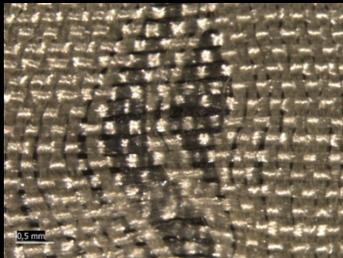
Figura 58. Espectros infrarrojos del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo (72h).

TABLAS RESUMEN

Con el fin de dar una visión más concreta y definitiva de lo dicho en este apartado se adjunta un resumen en tablas comparativas del pongé de seda sin envejecer y tras ser sometido a los distintos procesos de envejecimiento.



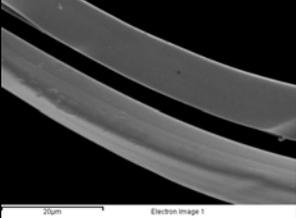
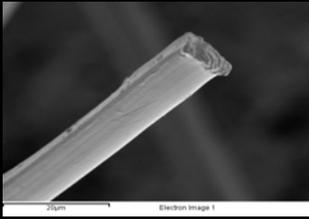
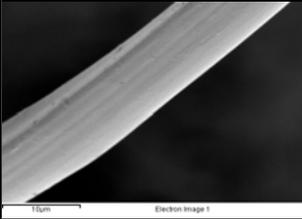
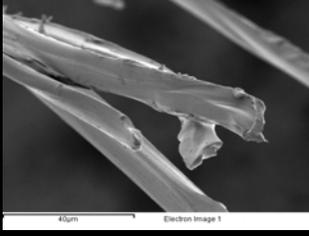
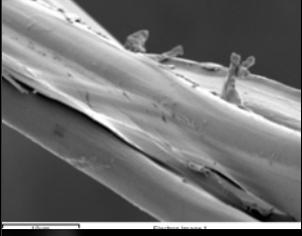
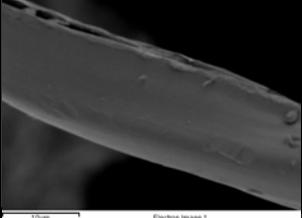
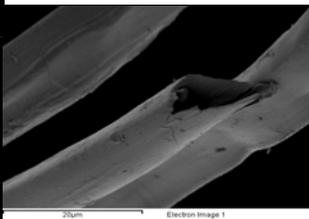
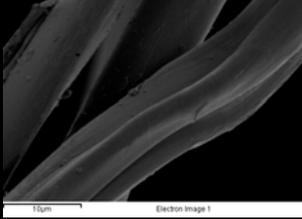
Tabla 44. Microfotografías del pongé de seda, los procesos de rotura con sus diferentes envejecimientos artificiales acelerados, en trama y urdimbre .

Tratamiento realizado	Trama	Urdimbre
Sin envejecer trama x25; urdimbres x40		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo. Trama x8; urdimbre x16		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco. Trama y urdimbre x16		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta. Trama y urdimbre x16		

399



Tabla 45. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), del pongé de seda en los procesos de rotura sin envejecer y con los diferentes envejecimientos artificiales acelerados.

Tratamiento realizado	Rotura	Superficie de la fibra
Sin ser sometido a tracción		
Sometido a tracción. Dcha. x2000; izq. X3000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo. Dcha. x1200; izq. X3000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco. Dcha. 2500; izq. 3000		
Envejecimiento artificial por radiación ultravioleta. Dcha. x 2500. Izq. X300		



La comparativa de los espectros colorimétricos del pongé de seda sin envejecer y sometido a los tres procesos de envejecimiento indica que la alteración cromática es más acusada tras la exposición a la radiación ultravioleta, lo que evidencia un notable cambio cromático hacia el “amarilleamiento” (Tabla 46).

En la actualidad este hecho se intenta matizar controlando los ambientes, en el caso de exponer o almacenar las obras de arte textil, para fomentar una conservación adecuada, ya sea de las propias piezas de arte como de las intervenciones de conservación llevadas a cabo.

Tabla 46. Valores colorimétricos del pongé de seda sin envejecer y envejecido por calor seco, radiación ultravioleta y calor húmedo, 72h

	SE	UV	T	HR-T	
L	93,0162	86,5075	91,2121	92,6426	
a*	0,8828	0,6188	0,0441	0,9657	
b*	5,5329	21,9628	10,9752	6,2247	
		-6,5085	-1,8039	-0,3734	ΔL*
		-0,2639	-0,8387	0,0829	Δa*
		16,4298	5,4422	0,6918	Δb*
		17,6741	5,7944	0,7905	ΔEab*

Estos resultados muestran lo sensible que es la seda natural del pongé de seda frente a la radiación ultravioleta y a las temperaturas altas y secas (105°C ,72h).



Con ello, se podría concluir, que según la variación cromática obtenida (Figura 59), este es un material, capaz de alterarse cromáticamente por completo.

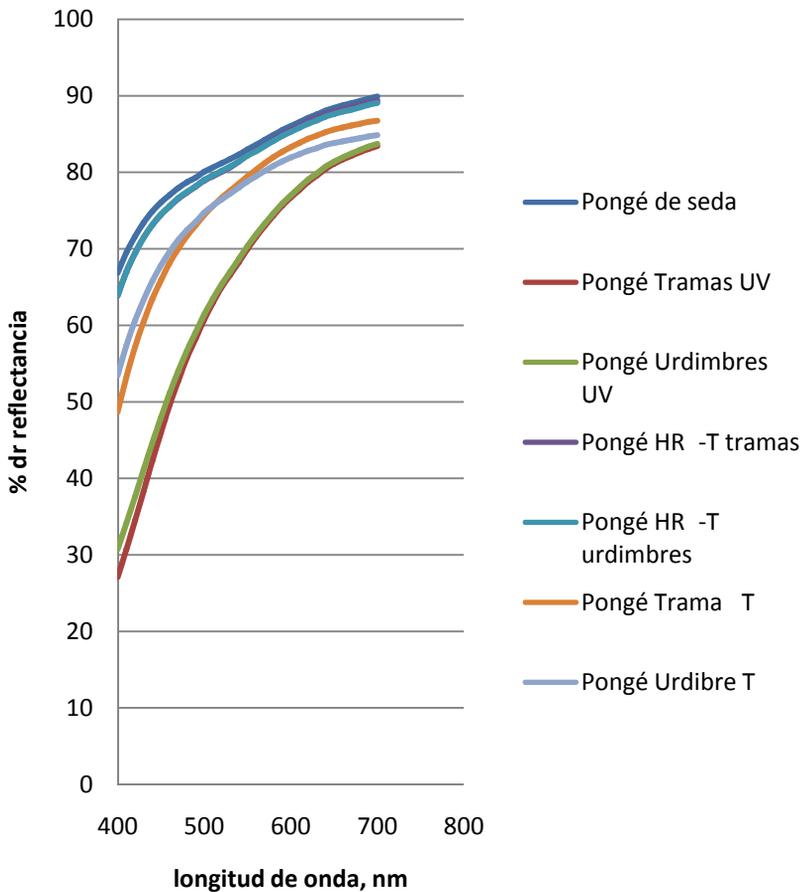


Figura 59. Espectros de reflectancia del pongé de seda sin envejecer y envejecido por un ciclo de 72h con radiación ultravioleta o calor seco o calor húmedo.

402



En cuanto a lo referente a los datos obtenidos en los ensayos mecánicos, se adjunta la Tabla 47, en la que se recopilan los valores del pongé de seda sin envejecer y envejecido.

Los resultados muestran una alteración extrema en el pongé expuesto a la radiación ultravioleta, hacia valores casi nulos en su capacidad de resistencia (Figura 60). Una alteración mucho más agravante que los demás procesos de envejecimiento artificial acelerados.

Tabla 47. Comparativa de resistencia del pongé de seda en sus tres procesos de envejecimiento artificial acelerado.

		F.HN				N/cm				%			
		SE	HR	T	UV	SE	HR	T	UV	SE	HR	T	UV
Pongé de seda	Trama	425,16	385,12	376,68	65,58	85,03	77,02	75,34	13,12	12,11	9,85	9,37	2,61
	Urdimbr	370,07	382,57	326,57	62,72	74,01	76,51	65,31	12,54	19,88	10,09	16,26	1,39

F.H.: resistencia a la rotura
 S.E: Sin envejecer
 N/cm: Capacidad de resistencia
 %: Capacidad de elongación

HR: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo
 T: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco
 UV: Cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta



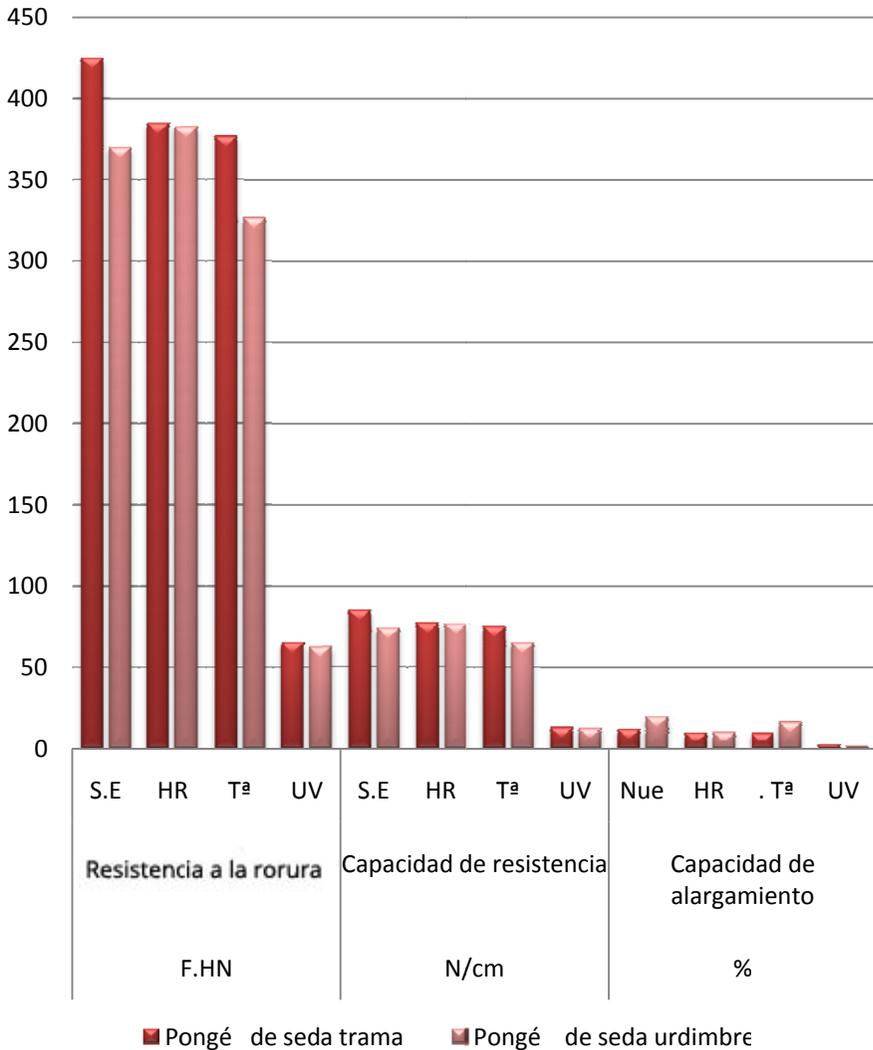


Figura 60. Ensayos de tracción del pongee de seda sin envejecer y envejecido en sus tres procesos de envejecimiento artificial acelerado.

En las curvas de resistencia a la tracción del pongee de seda, en tramas y urdimbres, se aprecia el elevado grado de degradación sufrido por las fibras de seda tras ser envejecido con radiación ultravioleta, perdiendo toda capacidad de resistencia y elongación (Figura 61).



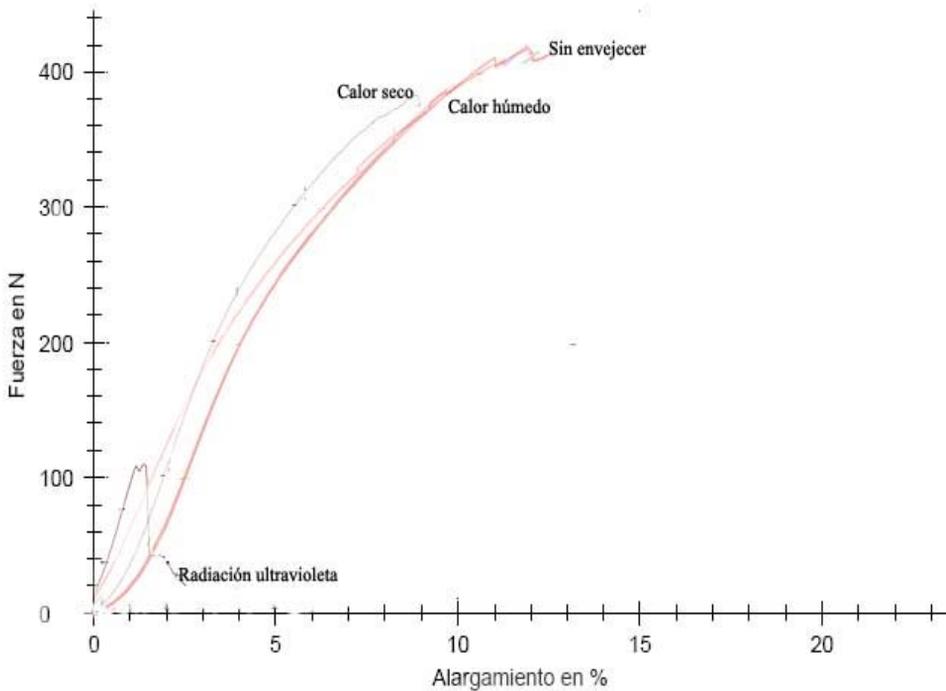


Figura 61. Curvas de resistencia del pongé de seda trama en sus procesos de envejecimiento.

En lo referente a los cambios estructurales observados mediante el análisis por FTIR (Figura 62 y 63), se observa que el efecto que causa mayor degradación sobre el polímero del pongé de seda es la radiación UV, pues genera la aparición de un hombro a 1741 cm^{-1} * correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O)

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



de un grupo éster, lo que significaría la oxidación del polímero proteínico; además se aprecia un ligero desplazamiento hacia longitudes de onda mayores y ensanchamiento de la banda IR de la amida I, de 1621 a 1627 cm^{-1} , causado por la disminución de los enlaces por puentes de hidrógeno. Por otro lado, el efecto causado por los otros dos factores de degradación, dada la gran semejanza entre ambos espectros IR podríamos pensar que su efecto no es apreciable desde el punto de vista estructural (FTIR), únicamente señalar la disminución en absorbancia de las bandas IR del OH (3278 cm^{-1}) y C=O (1621 cm^{-1}).

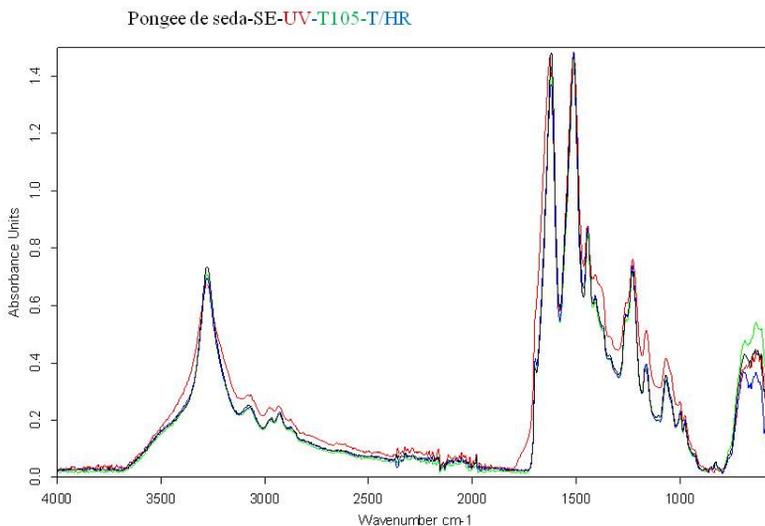


Figura 62. Espectros IR del pongé de seda sin envejecer y envejecido en ciclos de 72h por radiación ultravioleta, calor seco (105°C) y calor húmedo (T/HR).



Si se observa en detalle (Figura 63) la banda del carbonilo C=O de la amida I (1621 cm^{-1}) se aprecia el desplazamiento que sufre provocado por la radiación UV, siendo muy leve el causado por el calor húmedo (T/HR) e inapreciable en el caso del calor seco (T), exhibiendo una disminución mayor en su intensidad (Abs) el causado por el factor de degradación con calor húmedo que con seco.

Estos efectos se ven reflejados en el cálculo del grado de cristalinidad de cada polímero (Tabla 48)*

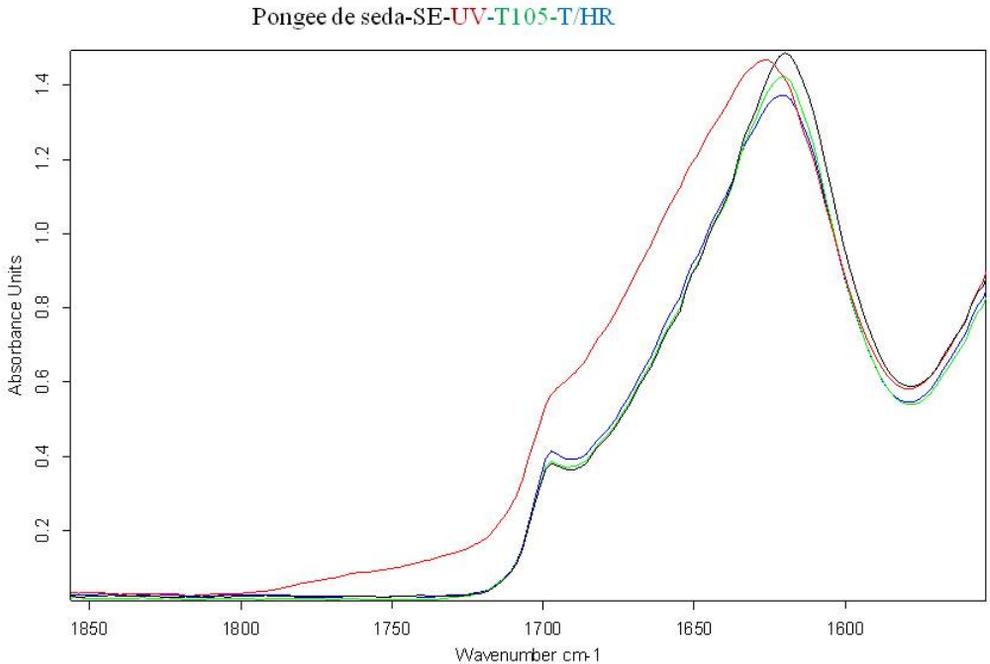


Figura 63. Detalle de la banda amida I en los tres tipos de envejecimiento artificial acelerado sobre el pongé de seda.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188

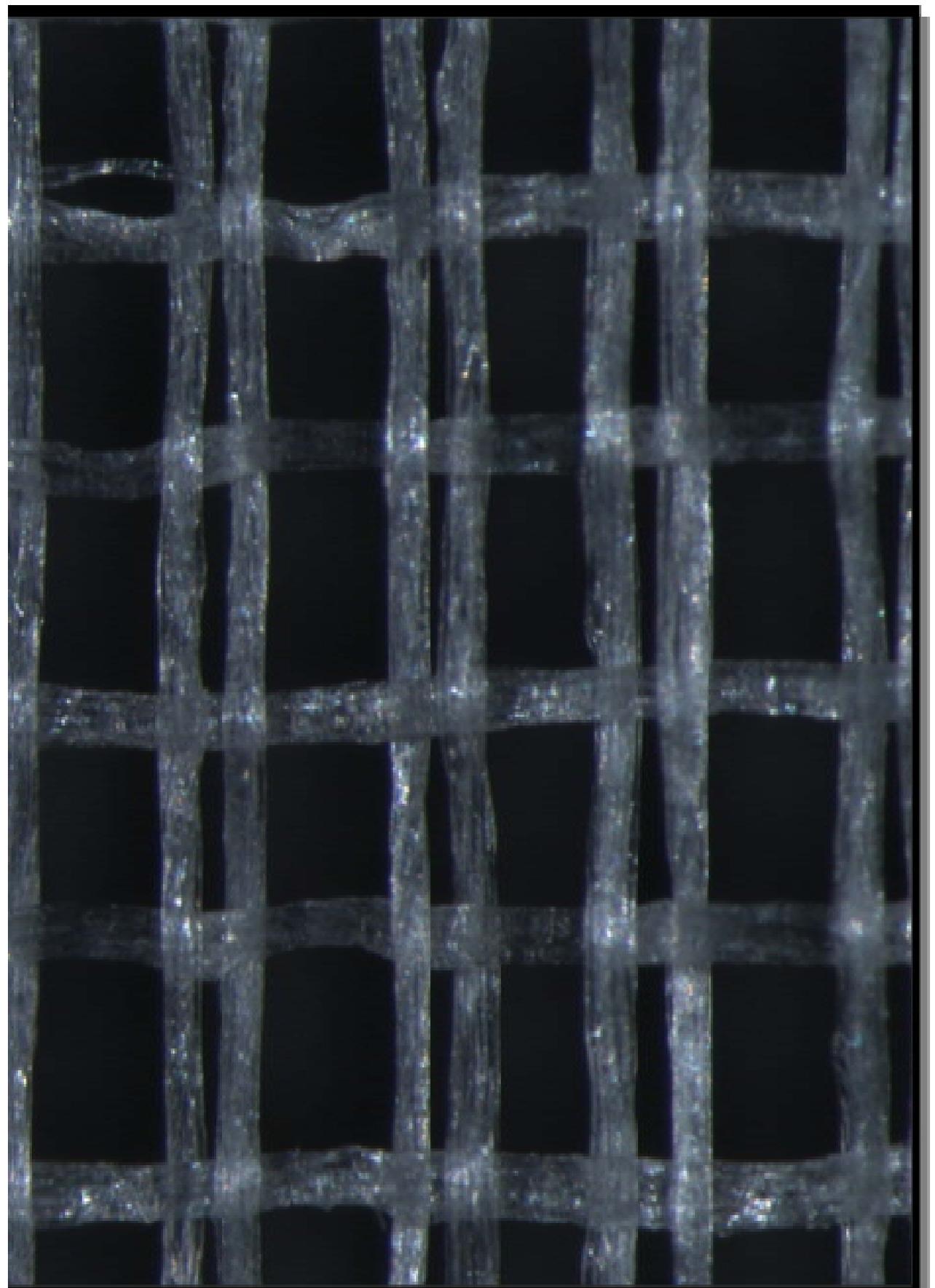


Tabla 48. Grado de cristalinidad del pongé de seda.

Pongé de seda	I₁₂₃₄, (Abs)	I₁₂₆₁, (Abs)	Grado de Cristalinidad, I₁₂₆₁ / I₁₂₃₄
SE	0,068	0,0519	0,7632
UV-72h	0,055	0,0434	0,7891
T105C-72h	0,081	0,0615	0,7593
T HR-72h	0,072	0,0545	0,7569

Al igual que la crepelina de seda, el pongé de seda muestra un nivel de cristalinidad más elevado en las pruebas de envejecimiento mediante la radiación ultravioleta. Produciendo un polímero mucho más quebradizo y débil como muestran las pruebas de tracción. Los otros dos ensayos de envejecimiento afectan de forma similar a la cristalinidad del polímero.





ORGANZA DE SEDA

La organza de seda es un tejido de calada de seda 100%, con una densidad diferente entre tramas y urdimbres, de 39 hilos de trama por 58 de urdimbre por centímetro, con ligamento de tafetán.

Los hilos de trama y urdimbre no llevan torsión.

En el campo de la conservación textil es un tejido muy utilizado debido a su transparencia y su resistencia en los momentos de estrés de la pieza.

Tiene una finura de hilo de 4 tex en trama y 4 tex en urdimbre, con un peso de 0.00211 g/cm².

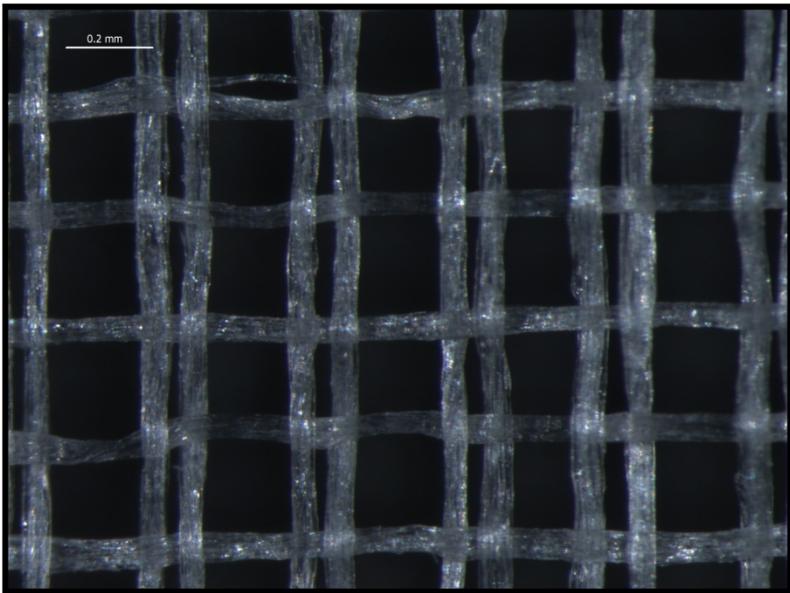


Ilustración 22. Microfotografía de la Organza de seda, x16.



La obtención mediante SEM de la imagen de electrones retro dispersados del hilo de la organza de seda muestra una superficie irregular (ilustración 23).



Ilustración 23. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) de una fibra de seda del tejido de organza sin envejecer y sin exponer a fuerzas mecánicas, x1000.

Sus coordenadas en el espacio CIELab en su estado sin envejecer, (las mediciones se han realizado en las probetas n° O.S.E.T.5 y O.S.E. T.5) nos denotan que la organza de seda es un tejido con un índice de luminosidad elevado, además su valor del parámetro b^* 12,3186 es indicativo del grado de amarilleamiento que presenta este tejido sin ser sometido a envejecimiento (tabla 49- figura 64).



Tabla 49. Valores de las coordenadas L*a*b* (CIELab) de la organza de seda sin envejecer

Nombre	Estado	L*	a*	b*
Organza de seda	SCI/100	85,6399	1,9661	12,3186

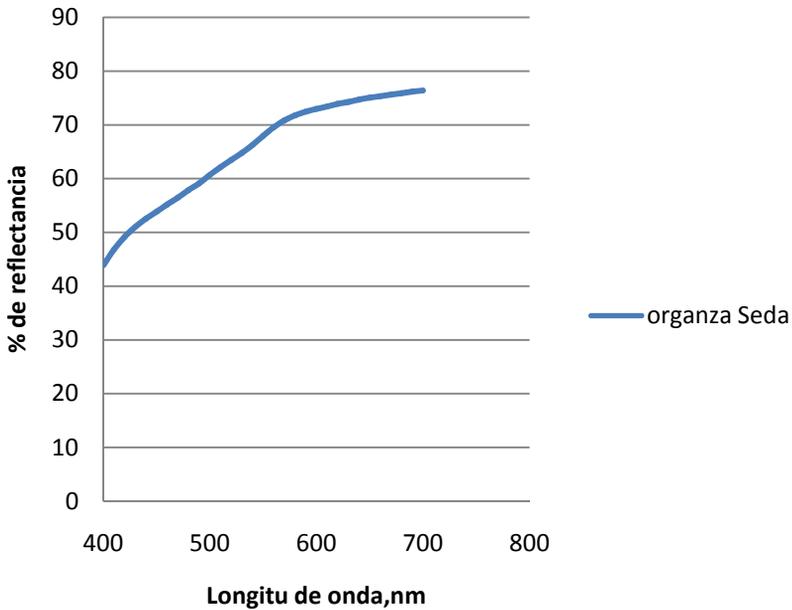


Figura 64. Espectro de reflexión de la organza de seda sin envejecer.

Respecto a su capacidad de resistencia, se confirma que a mayor densidad, en este caso en la dirección urdimbre, mayor capacidad de resistencia. Además, si ambos hilos son de las mismas características implica que la urdimbre tiene más capacidad de resistencia con una densidad de 58 hilos por cm que la trama con una densidad de 38 hilos por cm (tabla 50).

412



Respecto a su capacidad de elongación, los resultados señalan que en tramas es superior que en urdimbres, esto puede ser debido a que presenta mayor densidad en urdimbres lo que le confiere más rigidez (figura 66).

Tabla 50. Resultados de la resistencia a la tracción de la organza de seda sin envejecer

Material		FH.N	N/cm	%
		S.E	S.E	S.E.
Organza de seda	Trama	132,82	26,57	14,50
	Urdimbre	169,51	33,92	11,29

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

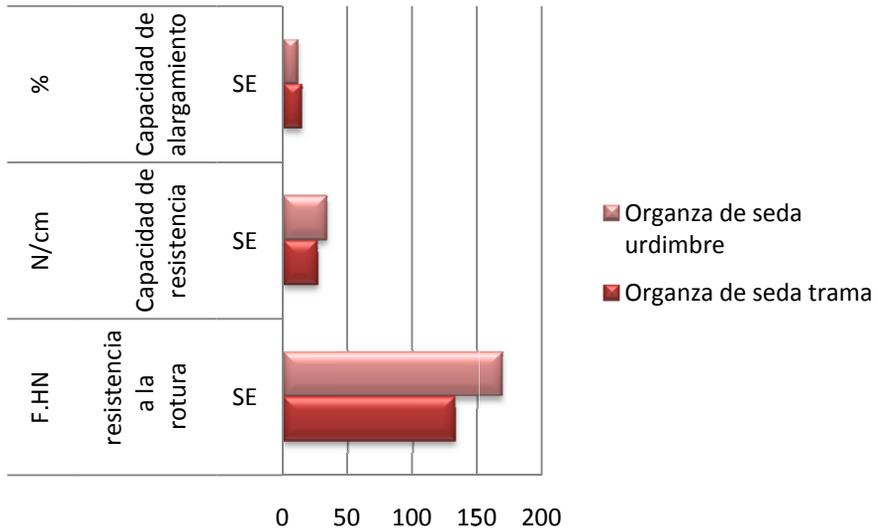


Figura 65. Capacidad de resistencia de la organza de seda sin envejecer en tramas y urdimbres, midiendo los newtons necesarios para partir, su capacidad de resistencia y sus niveles de elongación.

413



Al comparar las curvas de resistencia en tramas y en urdimbres se podría afirmar que la trama tiene más capacidad de elongación que la urdimbre pero menos capacidad de resistencia (figuras 66-67-68).

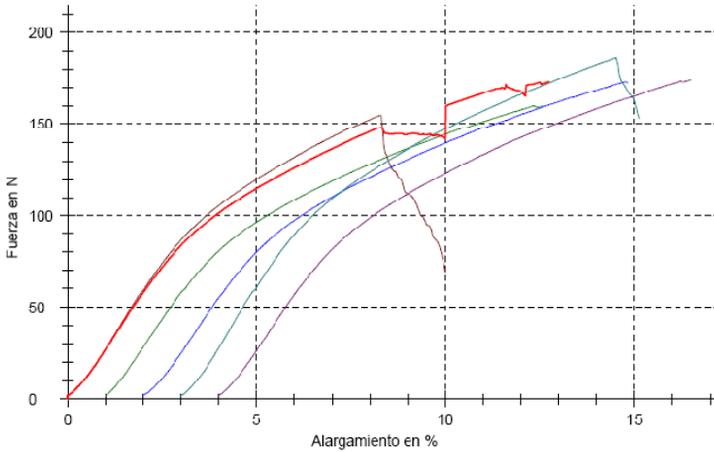


Figura 66. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramas.

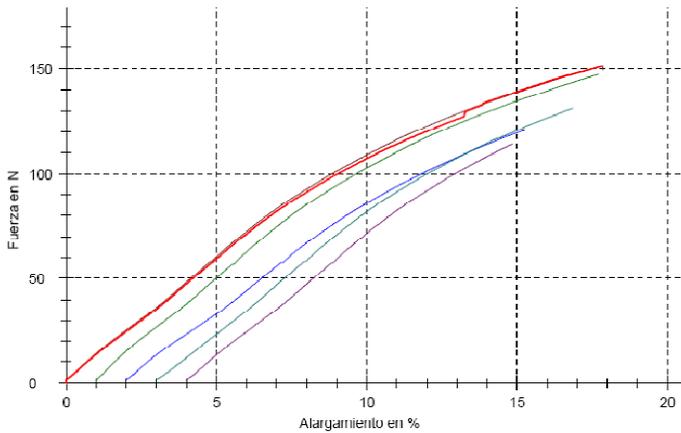


Figura 67. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda urdimbres.



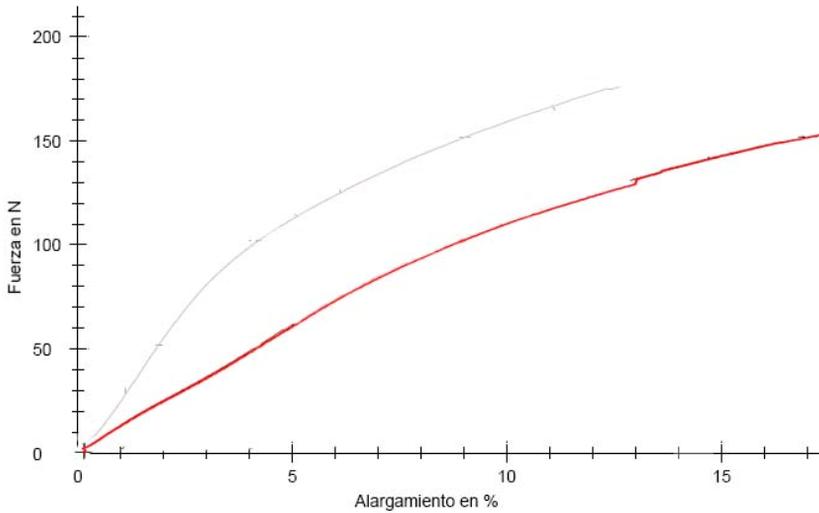
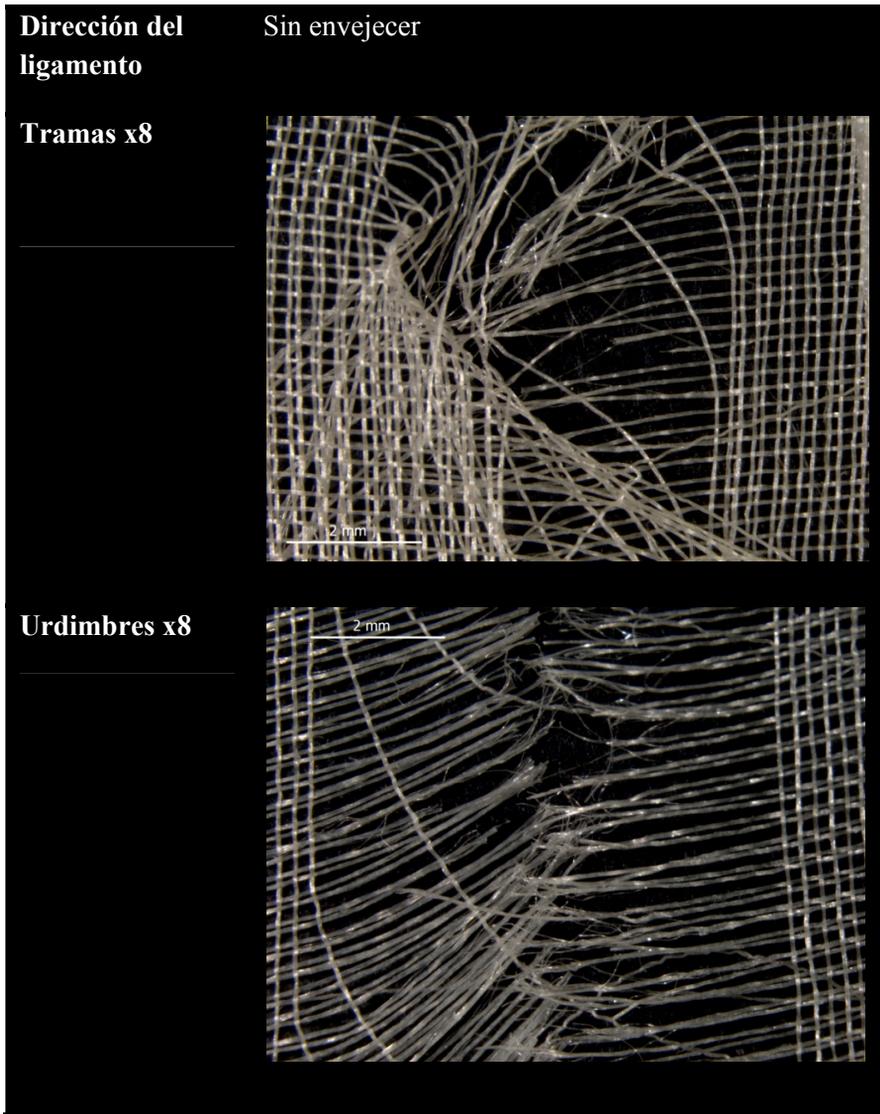


Figura 68. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda sin envejecer en tramas (línea azul) y en urdimbre (línea roja).

Las microfotografías muestran la misma apariencia del tejido tras su rotura en tramas y urdimbres. En la organza de seda, no exhibe el efecto “goma” que se observaba en la crepelina de seda, probablemente debido a la no torsión de sus hilos, manteniendo la direccionalidad del ligamento en la zona no fraccionada (tabla 51). Exhibe una fractura limpia en el área donde el tejido ha sufrido la tensión en su punto más elevado.



Tabla 51. Microfotografías de las roturas de la organza de seda sin envejecer.



En las imágenes de electrones retrodispersados (SEM), se aprecian diferencias entre el hilo de la organza de seda antes y después de la rotura, manteniendo una superficie irregular de forma cilíndrica (ilustración 24).



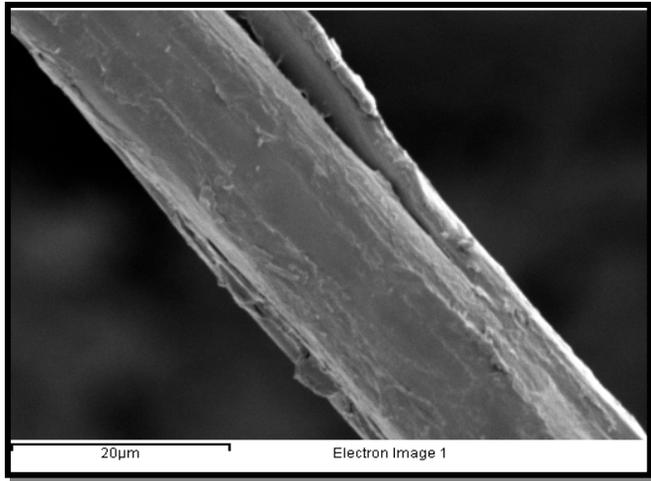


Ilustración 24 .Imagen de electrones retrodispersados (SEM) de la organza de seda sin envejecer tras una rotura, x2000.

En la ilustración 25 se puede observar el aspecto de la rotura, se trata de una masa densa en su interior con los bordes deformados por el estrés del estiramiento.

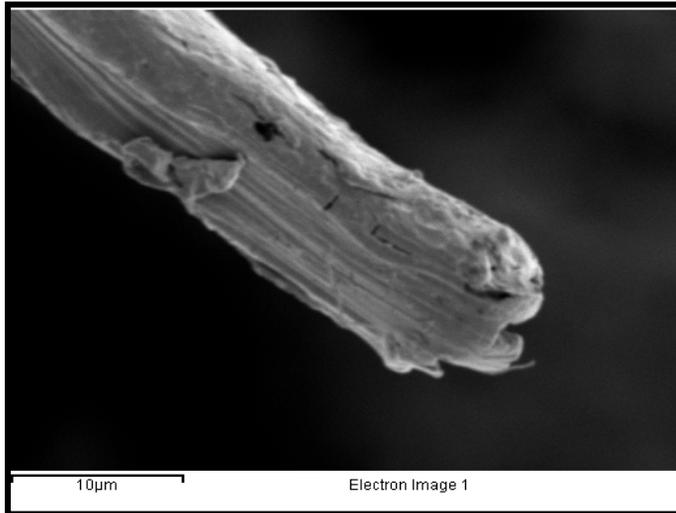


Ilustración 25. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del extremo del hilo de la organza de seda sin envejecer tras una rotura, x3000.



La estructura química obtenida mediante FTIR-ATR del tejido de la organza de seda también confirma, al igual que en los dos casos anteriores, su naturaleza proteínica de la amida procedente de la seda, caracterizada por la presencia de las bandas IR* a 1616 cm^{-1} correspondiente a la vibración de tensión asociada al grupo C=O en una amida I, 1514 cm^{-1} correspondiente a la vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina II (R-NHR'), 1230 cm^{-1} correspondiente a la vibración de tensión asociada a una amida III 1059 cm^{-1} y 973 cm^{-1} se corresponden con la vibración de tensión Gly-Gly y vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH y vibración de tensión Gly-Ala, respectivamente (figura 69).

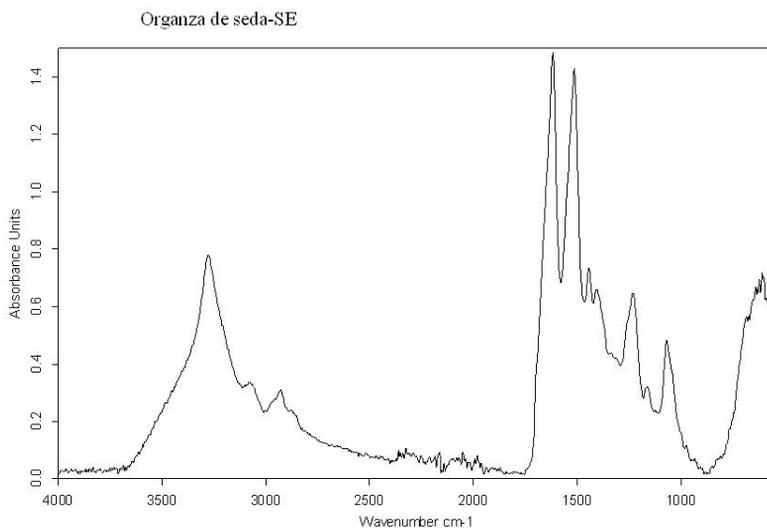


Figura 69. Espectro IR de la organza de seda sin envejecer

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



Tabla 50. Identificación de las bandas IR de la organza de seda sin envejecer

SE		ASIGNACIÓN Y COMENTARIOS
$\lambda(\text{cm}^{-1})$		
3479		Vibración de tensión asociada al grupo NH
3271		Vibración de tensión asociada al grupo OH
3071		Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
2975		Vibr. tensión asimétrica -CH ₃
2929-2867		Vibración de tensión asimétrica/simétrica asociadas al grupo -CH ₂ -
1616		Vibración de tensión asociada al grupo C=O en una amida I *
1514		Vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina II (R-NHR')
1442		Vibr. flexión simétrica de los grupos -CH ₂
1398		Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
1230		Vibración de tensión asociado a una amida III
1154		Vibración de tensión asociado al grupo C-N
1059		Vibración de tensión asociado al grupo C-O-C; Vibración de tensión Gly-Gly
973		Vibraciones de flexión del grupo C-H en un anillo, n=6; Vibración de tensión Gly-Ala

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La exposición a la radiación ultravioleta se prolongó durante 72h, tras este ciclo se observó el tejido al microscopio estereoscópico para valorar si se producían cambios apreciables en ellos, observándose “amarilleamiento” que se cuantificó con el espectrofotómetro de reflexión (ilustración 26-27).

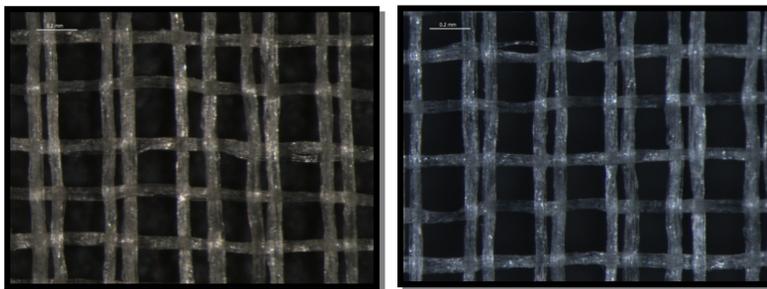


Ilustración 26-27. Microfotografías: Izquierda, organza de seda tras 72h expuesta a la radiación ultravioleta, x16 . Derecha organza de seda sin envejecer x16.

En la figura 70, se presenta la comparativa de espectros obtenidos con el espectrofotómetro de reflexión en las probetas O.E.UV.T.5 y O.E.UV.U.5; donde el espectro de la organza de seda sin envejecer, dista mucho de los espectros en tramas y urdimbres de la organza de seda envejecida por exposición a la radiación ultravioleta, lo que supone un cambio cromático muy acusado.

Teniendo en cuenta los procesos de restauración textil para los que se utiliza este tejido, estos cambios cromáticos suponen una variación muy marcada en todas las intervenciones realizadas sobre obras de arte textiles.



También se observa, que las mediciones realizadas sobre la trama y la urdimbre son coincidentes (figura 70), por lo que dicho tejido no modificará de manera distinta su variación cromática en ninguno de los sentidos del ligamento.

Es importante esta premisa puesto que permite a los restauradores despreocuparse de la direccionalidad de sus actuaciones.

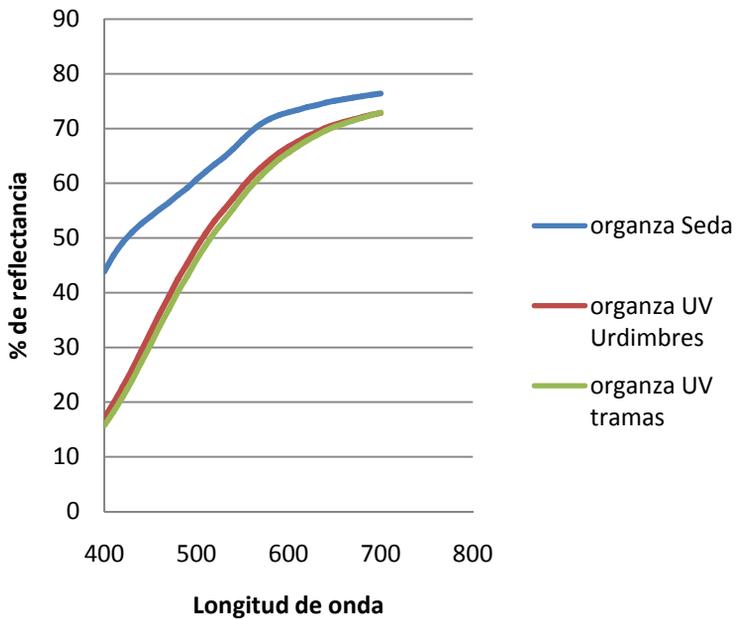


Figura 70. Comparativa de los espectros de reflectancia de la organza de seda sin envejecer y tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta.

421



La variación cromática de la organza de seda en este proceso de envejecimiento produce una pérdida de luminosidad, con un diferencial en el parámetro ΔL^* de -4,9 y con una tendencia muy acusada hacia el amarilleamiento, mostrando valores de b^* de 15,66 (tabla 52).

Tabla 52 .Valores de las coordenadas $L^*a^*b^*$ (CIELab) de la organza de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta.

	SE	UV		
L^*	85,6399	80,7285		
a^*	1,9661	1,2739		
b^*	12,3186	27,9852		
			-4,9111	ΔL^*
			-0,6922	Δa^*
			15,6661	Δb^*
			16,4329	ΔEab^*

El diferencial ΔEab^* en la tabla 52 exhibe un valor de 15,4329, lo que implica una variación cromática muy apreciable a simple vista.

La organza de seda envejecida por radiación ultravioleta disminuye sus valores de resistencia a la tracción, pasando de 169,51 N a 54,36 N en urdimbres, que tiene una mayor capacidad de resistencia, disminuyendo casi a resistencia nula en tramas. Pasando de una capacidad de resistencia de 33,82 N/cm a 10,87 N/cm en urdimbres y de 26,57 N/cm a 3,77 N/cm en tramas.

422



Sus valores de elongación sufren una fluctuación a la baja similar a los valores que se han citado con anterioridad, pasando de porcentajes de elongación de un 14,5% a un 1,83 %, igualándose la capacidad de elongación entre tramas y urdimbres, suprimiéndose las diferencias que existían en la organza de seda sin envejecer entre las dos direcciones del ligamento, como se puede ver en la figura 71 y la tabla 53

Tabla 53 . Índices de resistencia de la organza de seda envejecida artificialmente por radiación ultravioleta

Material		FH.N	N/cm	%
		UV	UV	UV
Organza de seda	Tramas	18,83	3,77	1,83
	Urdimbres	54,36	10,87	1,86

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

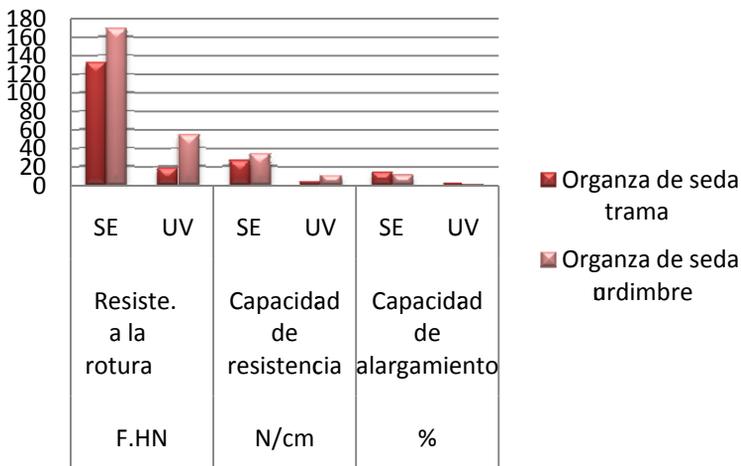


Figura 71. Valores de capacidad de resistencia de la organza de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h.

423



La comparativa de curvas de resistencia a la tracción, de la organza de seda urdimbres y tramas sin envejecer y envejecida indica que ambas son muy diferentes.

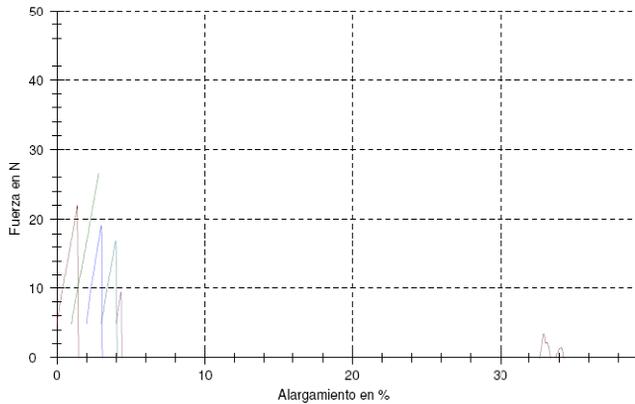


Figura 72. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramas envejecida por radiación ultravioleta.

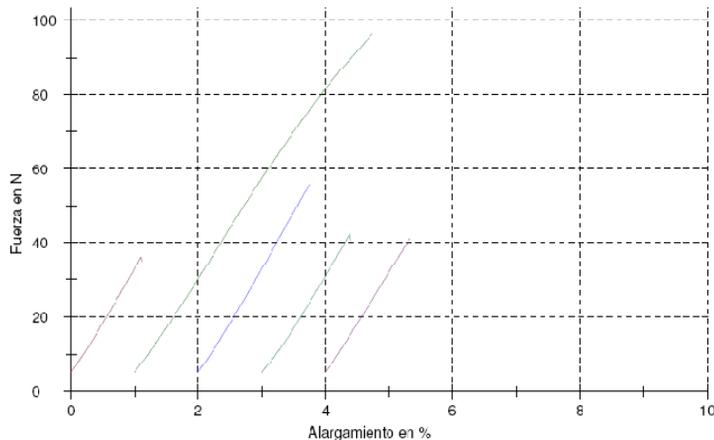


Figura 73. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda urdimbres envejecida por radiación ultravioleta.

424



La organza de seda en urdimbres sin envejecer tenía mayor capacidad de resistencia que en tramas, dicha capacidad se ve muy mermada tras el envejecimiento por radiación ultravioleta, (figura 74).

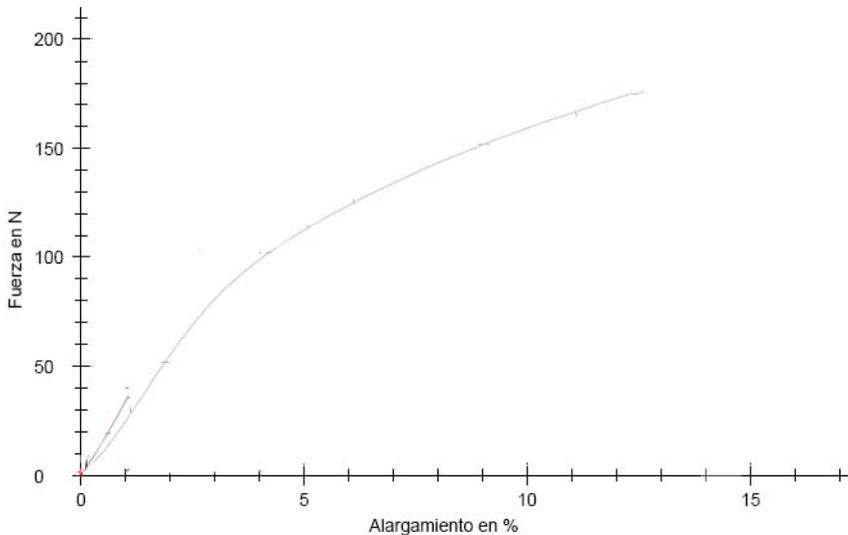


Figura 74. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramas sin envejecer (línea azul clara) y envejecida artificialmente con radiación ultravioleta (línea negra).

La organza de seda en tramas al igual que en urdimbres disminuye su valor de elongación y resistencia en porcentajes elevadísimos, (figura 75).

425



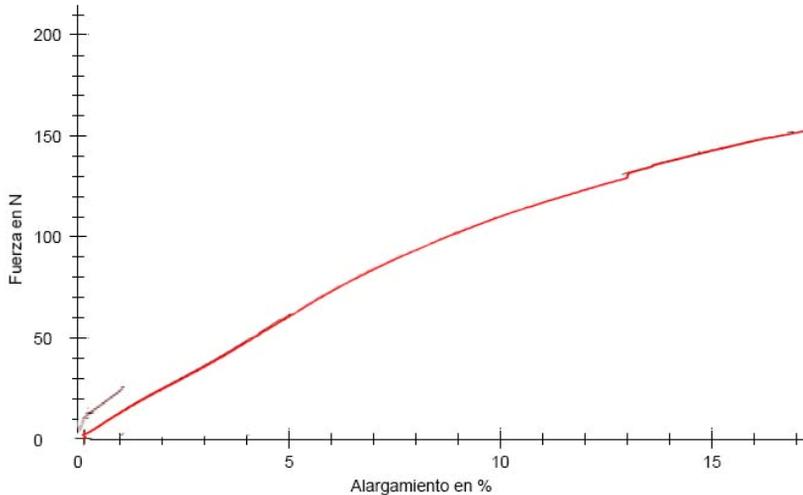


Figura 75. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda urdimbres sin envejecer (línea roja), y envejecida artificialmente con radiación UV (línea negra).

Se ha afirmado que en la organza de seda sin envejecer en tramas, pese a tener menos densidad, tenían más capacidad de elongación comparándola con las urdimbres, pero tras el envejecimiento con radiación ultravioleta, se puede ver como la capacidad de elongación de las tramas se ve más mermada que en urdimbres, haciendo perder las diferencias que existían entre ellas.

Las urdimbres tienen más capacidad de resistencia y elongación tras exponer las muestras a un ciclo de 72h de radiación ultravioleta. (figura 76).

426



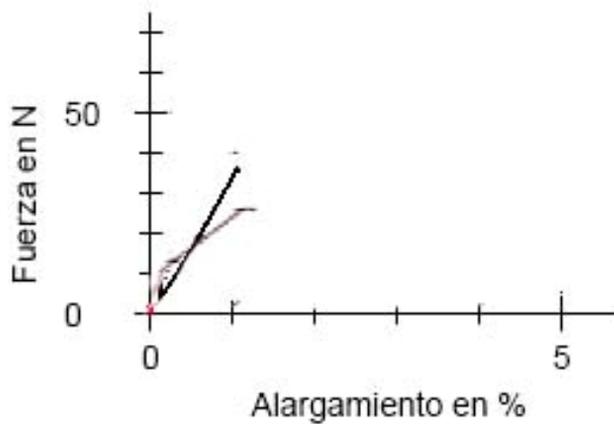
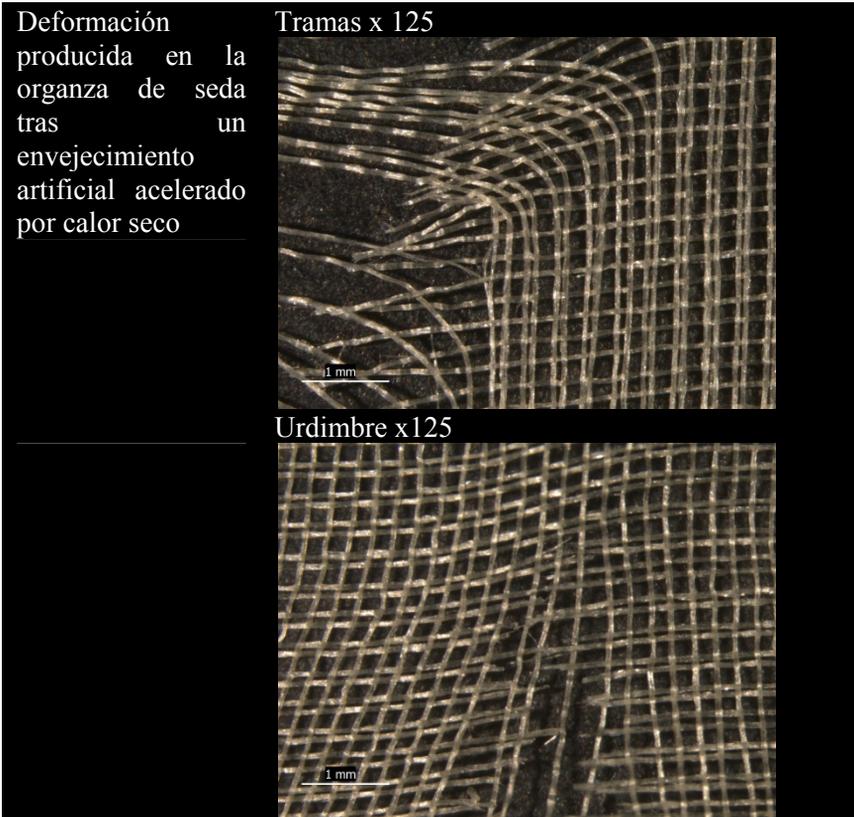


Figura 76. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramas envejecida artificialmente con radiación UV (línea violeta), y envejecida artificialmente con radiación UV en urdimbres (línea negra).

Los efectos de la rotura sobre la fibra son similares al efecto de una rotura en organza de seda sin envejecer, en donde se observaba que no se ha producido deformación en el tejido tras la rotura, la diferencia que se podría resaltar en la organza envejecida por radiación radiación ultravioleta, es que la rotura es más recta y quebradiza. Este hecho puede ser indicativo de su deshidratación, lo que provoca en las fibras de seda la pérdida de toda su capacidad de flexibilidad, fracturándose únicamente en las zonas donde la tensión se concentra sin tener ninguna capacidad de amortiguarla mediante algún movimiento de expansión,(tabla 54).



Tabla 54. Microfotografías de la rotura en organza de seda sometida a un ciclo de 72h de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta x125.



Estas diferencias se pueden observar mediante el análisis de las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) del aspecto de las fibras y de las roturas. La radiación ultravioleta provoca un deterioro visible con un efecto de sequedad en la fibra que le da un aspecto quebradizo y muy pulverulento. Al comparar la fibra antes y después del envejecimiento en la zona de rotura, la fibra ofrece un aspecto totalmente diferente, pasando de tener una forma densa y deformada por el estiramiento a verse una fractura recta y escamada, (tabla 55).

428



En las paredes de las fibras el aspecto es muy distinto, adquiriendo una textura pulverulenta tras ser expuesta a la radiación ultravioleta, (tabla 56).

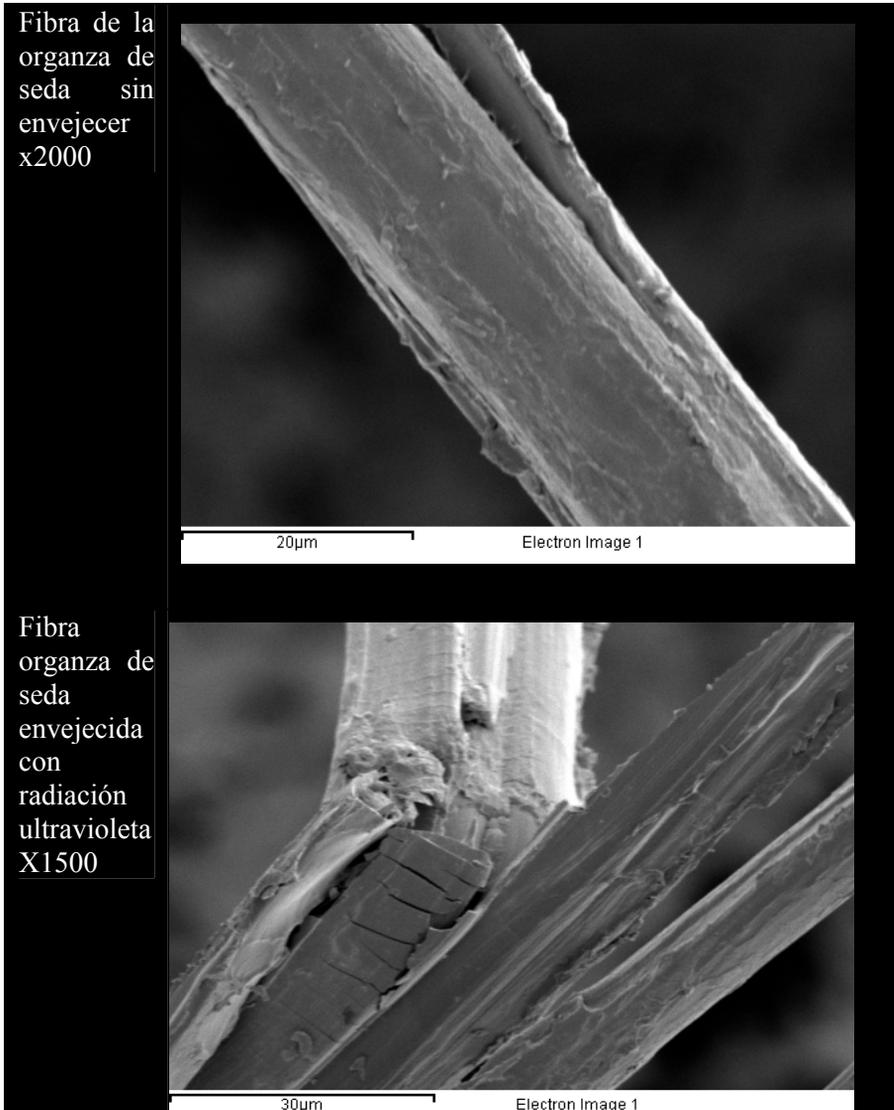
Tabla 55. Comparativa entre las imágenes de electrones retro dispersados (SEM) de las roturas de la organza de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h.



429



Tabla 56. Comparativa entre las imágenes de electrones retro dispersados (SEM) de las paredes tras las roturas de la organza de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h.



430



En la figura 78, se presenta la comparación entre los espectros IR* de la organza de seda sin envejecer y envejecida durante un ciclo de 72h por radiación UV. El efecto de degradación causado sobre el polímero es idéntico al que se ha generado en el tejido pongé. Por un lado, aparece un hombro a 1740 cm^{-1} correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O) de un grupo éster (posible proceso de oxidación del polímero) y ensanchamiento y desplazamiento hacia longitudes de onda mayores de la banda del carbonilo de la amida I (probable pérdida de puentes de hidrógeno) (figura 77-78).

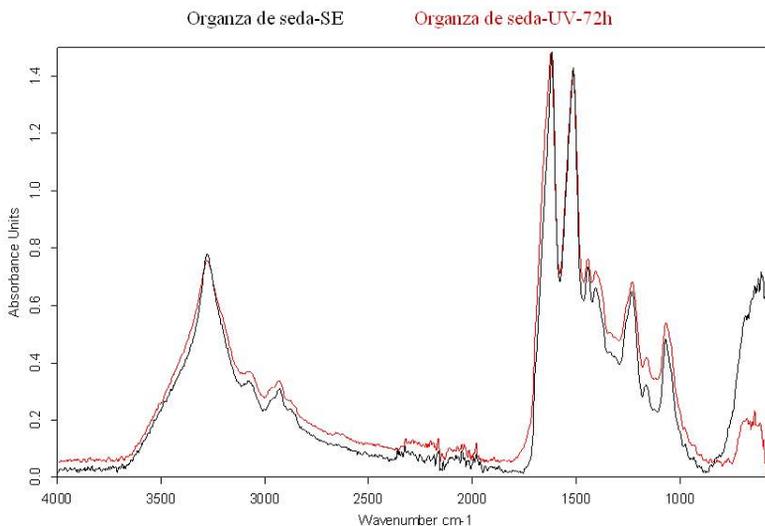


Figura 77. Espectros infrarrojos de la organza de seda sin envejecer y envejecida por radiación ultravioleta 72h.



G-Resultados y discusión. Organza de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta

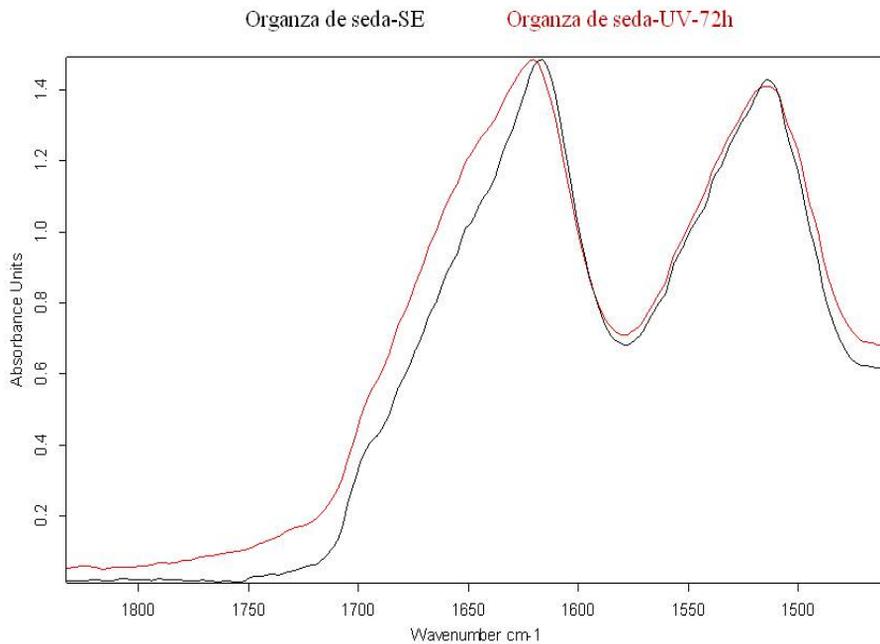


Figura 78. Detalle de la banda amida I en los espectros IR de la organza de seda sin envejecer y envejecida por radiación UV 72h.

432



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR CALOR SECO

En el caso de la exposición de la organza de seda al calor seco, también muestra una alteración cromática muy alta. En este caso y al igual que en la exposición a la radiación ultravioleta, las tramas y las urdimbres varían cromáticamente de forma similar (ilustración 27), aunque los cambios no son notorios, apreciándose un ligero amarilleamiento que se hará más patente con el espectrofotómetro de reflexión.

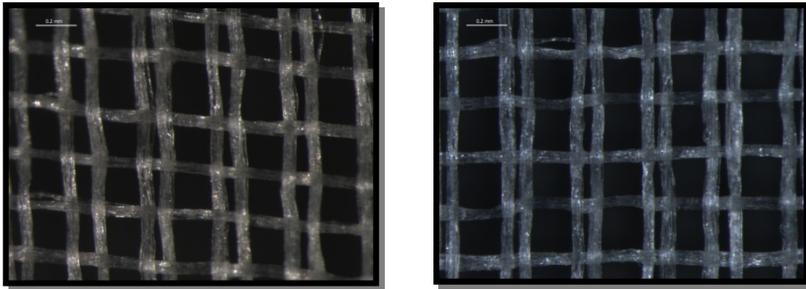


Ilustración 27. Microfotografías de la fibra de la organza de seda: Izquierda, exposición de un ciclo de 72h en calor seco; x16 Derecha , sin envejecer x16.

Al comparar los espectros de reflectancia de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco se ve como distan los espectros entre sí. El cambio cromático que se aprecia varía de forma similar en tramas y en urdimbres, por lo que no experimentará cambios diferentes si se utiliza el tejido en una dirección u otra (figura 79).



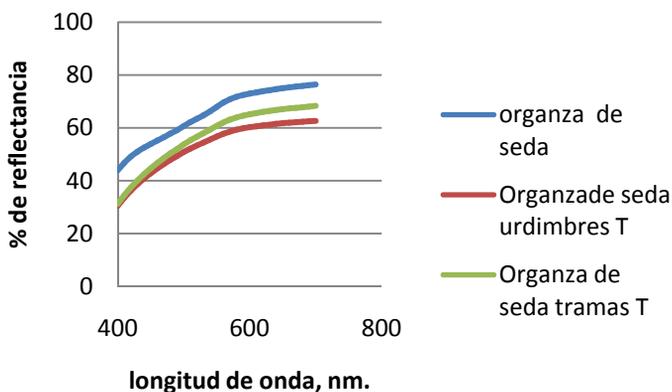


Figura 79. Espectro de reflectancia de la organza de seda tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco.

El calor seco provoca en la organza de seda un oscurecimiento (diferencial ΔL^* -6). Respecto al cambio cromático, habría que señalar que tiende hacia tonalidades verdosas, como muestra el diferencial Δa^* -1,65 y vira hacia el amarillo de forma no tan drástica como la organza de seda envejecida por radiación ultravioleta, con un diferencial de Δb^* 1,54 (tabla 56).

Tabla 57 . Índices cromáticos de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco en un ciclo de 72h.

	SE	T	
L*	85,6399	79,5412	
a*	1,9661	0,3104	
b*	12,3186	13,8656	
		-6,0914	ΔL^*
		-1,6556	Δa^*
		1,5421	Δb^*
		6,4992	ΔE_{ab^*}



El diferencial ΔE_{ab} que es el que permite determinar si el ojo humano percibe la variación cromática o no, es de 6,4992, a cualquier valor $\Delta E_{ab} > 1$ el ojo lo detecta por pequeña que sea la variación. (tabla 57).

Los cambios de la organza de seda en su capacidad de resistencia tras ser expuesta a calor seco, no son tan drásticos como los provocados por el envejecimiento por radiación ultravioleta, variando en índices de resistencia y elongación a la baja, pero sin mermar de forma radical la capacidad del tejido. (tabla 58).

Los cambios en su resistencia son mínimos oscilando de 169,51 a 178,66 N/cm y sus valores de elongación varían del 12% al 8%. (figura 81).

En cuanto a las diferencias de variación de las tramas y las urdimbres al ser expuestas al calor seco, este les afecta de forma distinta; no se modifica prácticamente la capacidad de resistencia de la trama, pero sí afecta en varios puntos en descenso a su capacidad de elongación. Y en las urdimbres, se refleja un ligero aumento en su capacidad de resistencia y un notable descenso en su capacidad de elongación (figura 80).

Tabla 58. Capacidad de resistencia de la organza de seda sin envejecer y envejecida con calor seco

Material		FH.N	N/cm	%
		T	T	T
Crepelina de seda	Tramas	129,13	25,83	11,14
	Urdimbres	178,66	35,74	8,80

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

435



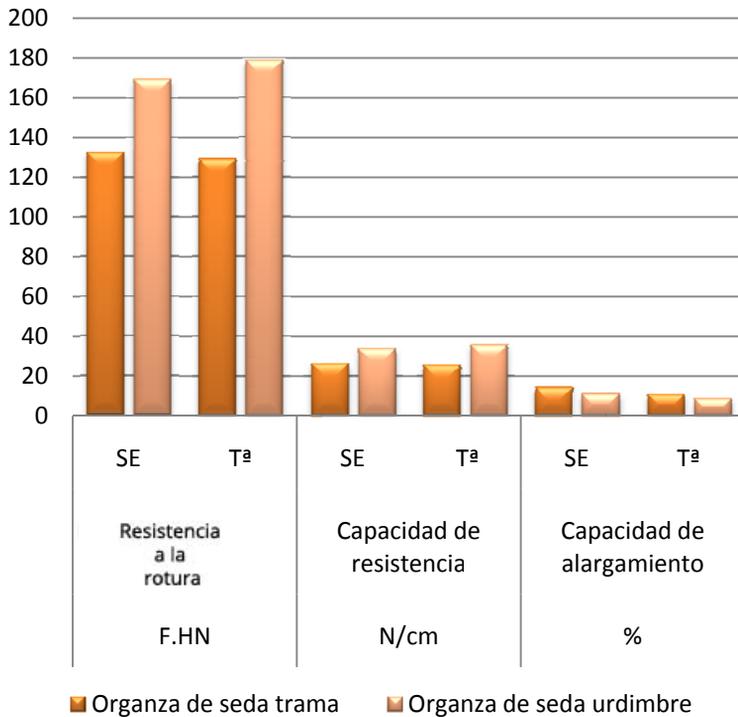


Figura 80. Valores de capacidad de resistencia de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco.

Las temperaturas altas no afectan a la organza de seda de forma drástica en su capacidad de alargamiento ni en su capacidad de resistencia. Pese a que si se podrían mencionar diferencias, no tan notorias como las causadas por la radiación ultravioleta.

Las diferencias que existían entre tramas y urdimbres prácticamente desaparecen en las muestras envejecidas por calor seco, aunque sigue teniendo mayor capacidad de elongación la organza de seda en trama que en urdimbre, (figuras 82-85).



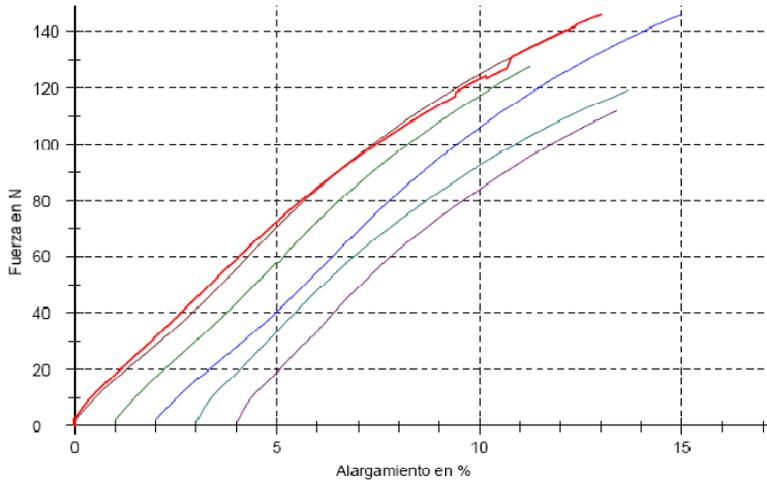


Figura 81. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda trama envejecida con calor seco.

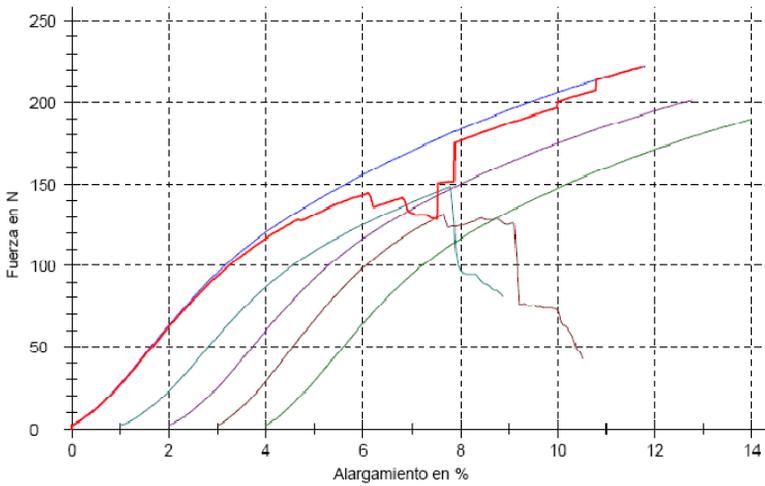


Figura 82. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda urdimbre envejecida con calor seco.

En su curva de resistencia a la tracción se observa de manera más clara su disminución en la capacidad de elongación y resistencia, más acusada en las urdimbres, (figura 83).

457



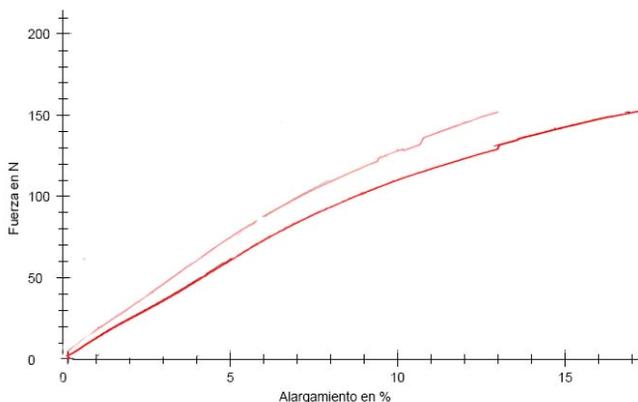


Figura 83. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda trama sin envejecer (línea roja), y envejecida artificialmente con calor seco (línea violeta).

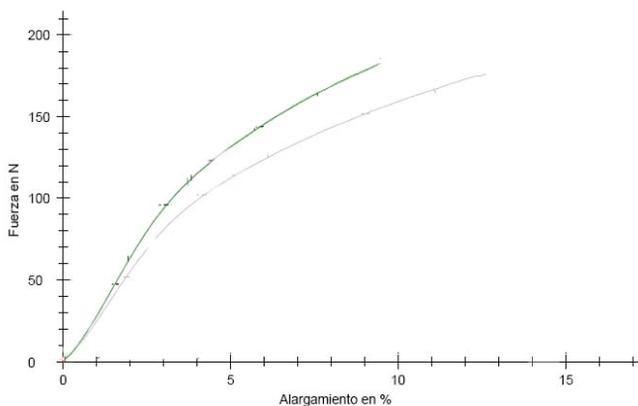


Figura 84. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda urdimbre sin envejecer (línea azul), y envejecida artificialmente con calor seco (línea gris).

La observación de la rotura del tejido mediante el microscopio estereoscópico, indica que tanto sin envejecer como envejecida por calor seco sufre la misma alteración.

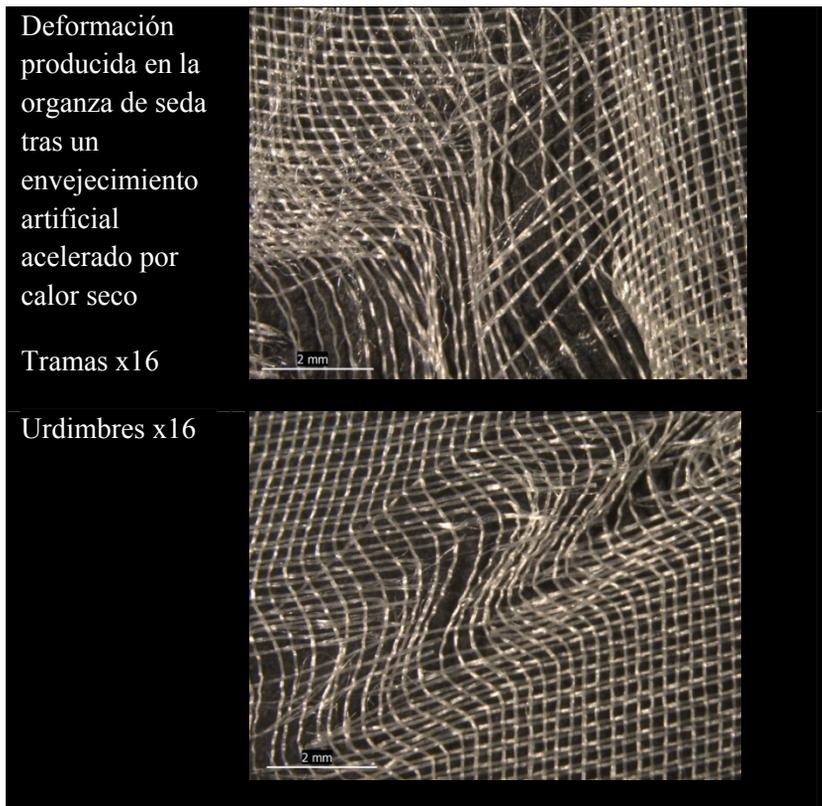
Además, se rompen de forma similar en tramas y urdimbres, con el mismo efecto de fractura ya citado anteriormente (tabla 57).

438



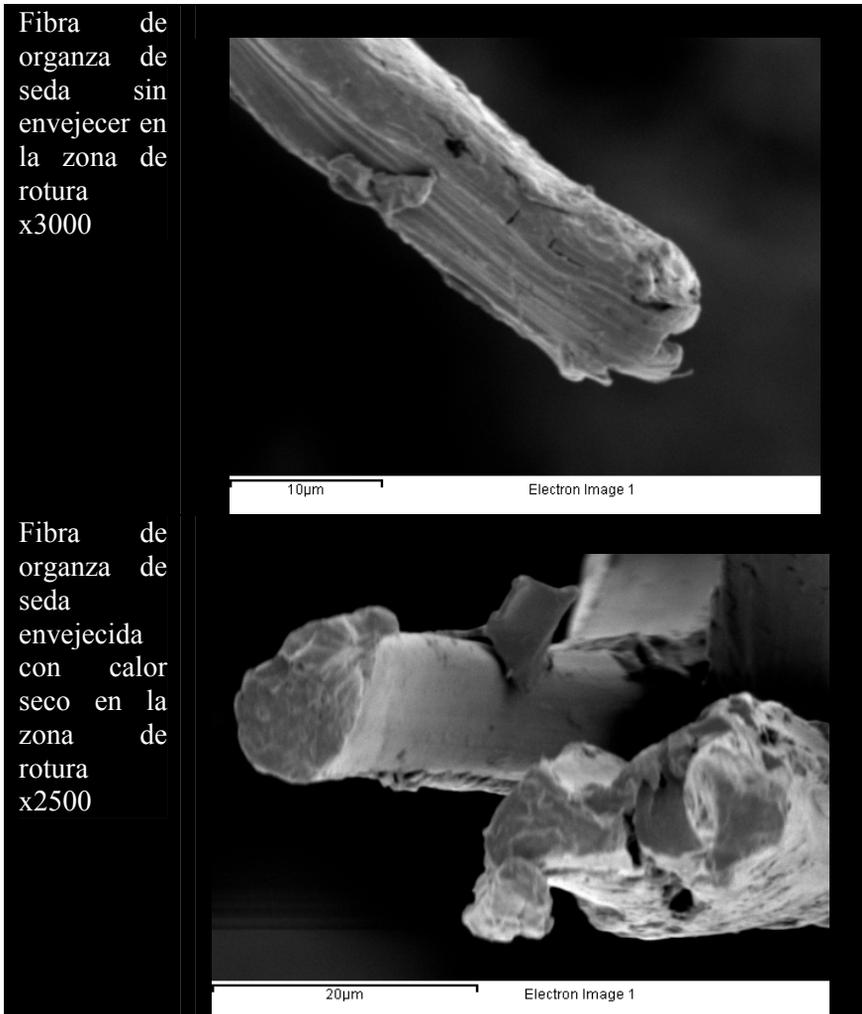
El ligamento no sufre una desalineación por la tensión máxima que ha soportado, el tejido se fractura en una zona manteniendo el resto sin alterar. Dicho efecto es más acusado en la organza de seda envejecida por radiación ultravioleta, al ser el tejido más rígido, pero en la organza envejecida por calor seco, como es el caso, se mantiene el ligamento en las zonas alejadas de la fractura sin alterar, aunque con una leve deformación debido a la elasticidad que aun mantiene la fibra (tabla 59).

Tabla 59. Microfotografías de la rotura de la organza de seda sometida a un envejecimiento por calor seco de 72 h.



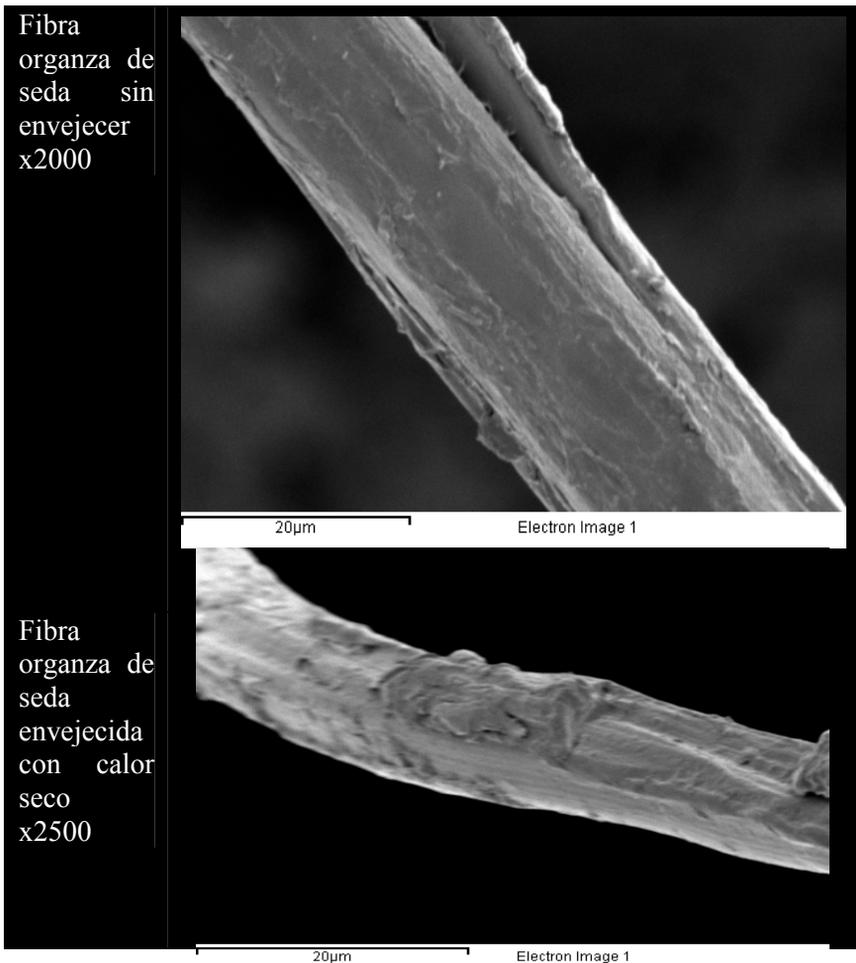
Si se adquieren las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de la organza de seda envejecida por calor seco, en la zona de fractura se puede observar una fibra densa en su interior pero con un aspecto más pulverulento e incluso escamado en su superficie (tabla 60).

Tabla 60. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), x 3000, x2500. Comparativa entre roturas en la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco (72h)



El aspecto de la fibra envejecida con calor seco es de una superficie más pulverulenta pese a que se mantiene lisa, no tan pulida como sin envejecer, pero no llega a los extremos de la alteración producida por la radiación ultravioleta. El aspecto de la fibra de la organza de seda envejecida con calor seco es de una forma cilíndrica completa pero con su superficie más alterada y quebradiza (tabla 61).

Tabla 61. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), x2000, x2500. Comparativa entre roturas de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco (72h).



441



En la figura 85 se presenta la comparación entre los espectros IR de la organza de seda sin envejecer y envejecida durante un ciclo de 72h por calor seco 105°C.

Se observa gran similitud entre ambos perfiles espectrales, lo que significaría que su efecto degradativo es mínimo. Únicamente, resaltar la ligera aparición de un hombro a 1740 cm^{-1} correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O) de un grupo éster (ligero proceso de oxidación).

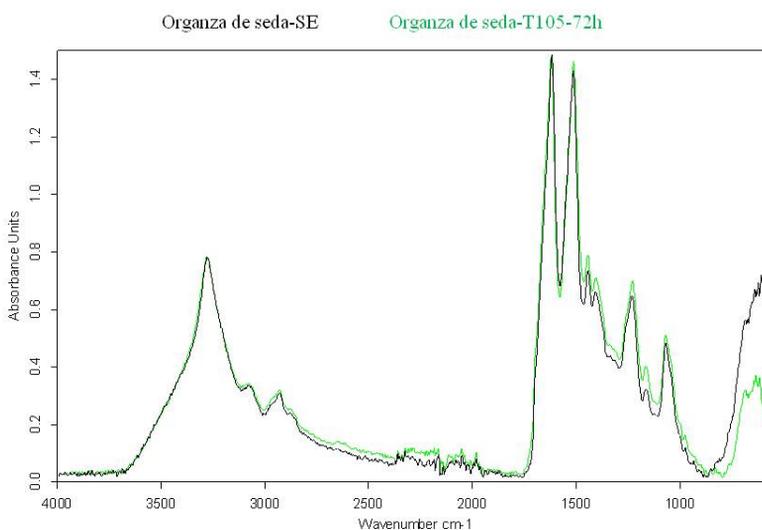


Figura 85. Espectros infrarrojos de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco 72h.



CAMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTICIAL ACELERADO POR CALOR HÚMEDO

De los tres procesos de envejecimiento artificial acelerado aplicados a la organza de seda se puede señalar que es el calor húmedo el que menos lo altera desde un punto de vista cromático. En las microfotografías no se aprecian cambios notorios (ilustraciones 30-31).

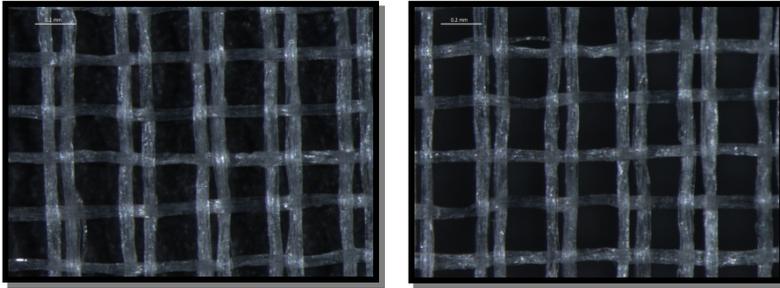


Ilustración 30-31. Microfotografías: Izquierda, organza de seda tras 72h expuesta al calor húmedo, x16. Derecha organza de seda sin envejecer, x16

Los espectros obtenidos con el reflectógrafo de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo, T/HR, muestran un solapamiento entre el tejido sin envejecer y la trama y urdimbre envejecidas. Las variaciones son muy leves (tabla 62) así, las diferencias en las tendencias cromáticas de los parámetros de a^* y b^* del espacio CIElab en la figura 87, muestran unos niveles de luminosidad en L^* 0,7, variando hacia el verde ($a^* -0,13$) y al azul ($b^* -1,577$).



G-Resultados y discusión. Organza de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

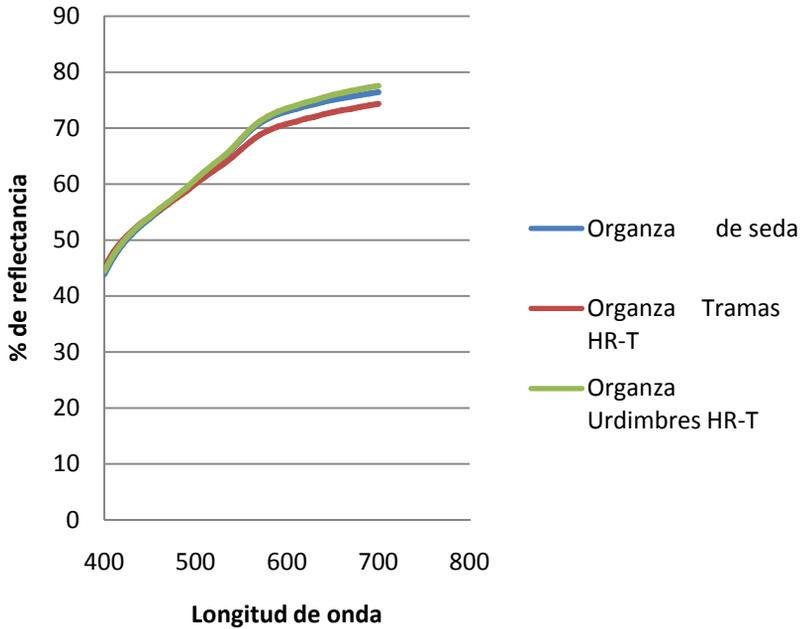


Figura 87. Comparativa de espectros de reflectancia de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo.

Tabla 62. Valores colorimétricos de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo.

	SE	HR-T	
L*	85,6399	84,8639	
a*	1,9661	1,8334	
b*	12,3186	10,7415	
		-0,7759	ΔL^*
		-0,1327	Δa^*
		-1,5771	Δb^*
		1,7627	ΔE_{ab}^*



El diferencial ΔE_{ab}^* (tabla 62), presenta valores no muy elevados 1,7627, que se traducen en una visibilidad de los cambios cromáticos a simple vista menos evidentes que en la organza de seda envejecida por radiación ultravioleta.

En los ensayos de tracción al igual que en los estudios de colorimetría, no existen variaciones muy significativas si lo comparamos con los procesos de envejecimiento acelerados estudiados previamente.

Si existe una diferencia notoria en el caso de la dirección del ligamento, en urdimbres no sólo no ha disminuido su capacidad de resistencia y elongación si no que ha ganado; realidad opuesta que en la trama que ha sufrido una leve disminución en los dos parámetros. Se mantiene la urdimbre con más capacidad de resistencia que las tramas, pese a disminuir más en este proceso de envejecimiento (tabla 63).

Tabla 63. Capacidad de resistencia de la organza de seda sin envejecer y envejecida con calor húmedo en un ciclo de 72h

Material		FH.N	N/cm	%
		HR-T	HR-T	HR-T
Organza de seda	Trama	129,58	25,92	12,45
	Urdimbre	193,54	38,71	12,75

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.



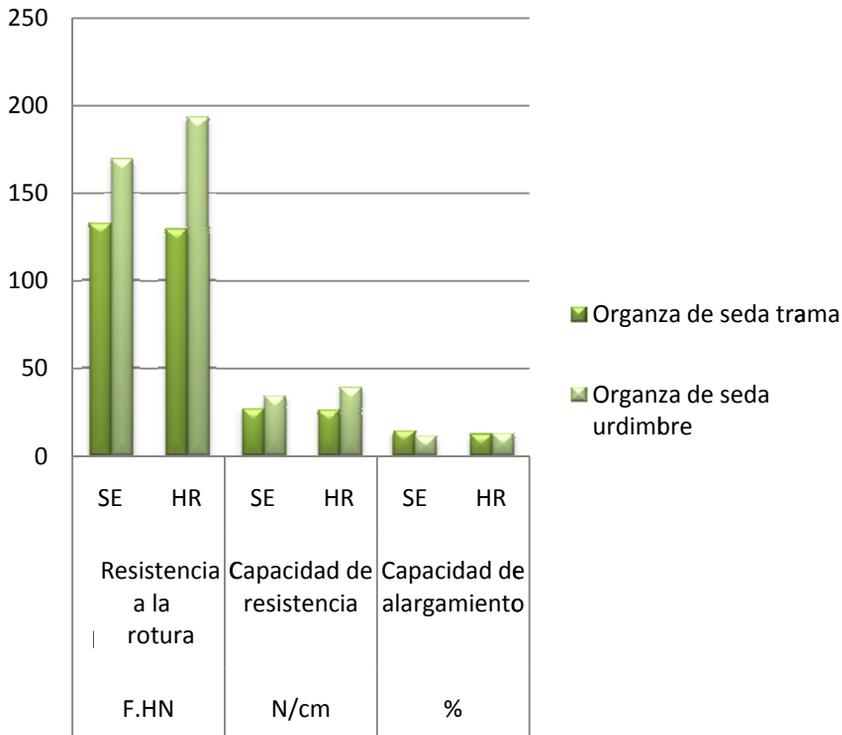


Figura 88. Ensayos de tracción de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo.

En tramas y urdimbres, los niveles de actuación varían, así que se diferenciará entre ambas exponiendo las curvas de resistencia de trama y urdimbre por separado en diferentes curvas de resistencia.

En las tramas, su capacidad de elongación disminuye igual que su capacidad de resistencia (figura 88-89).



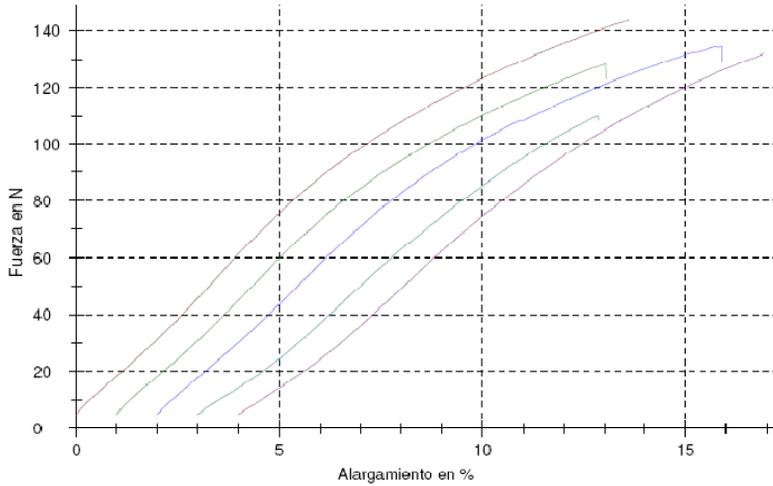


Figura 89. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramas envejecida con calor húmedo.

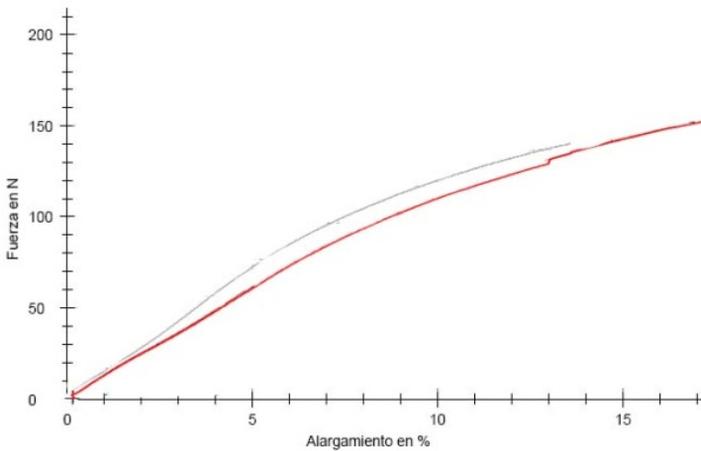


Figura 90. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramas sin envejecer (línea roja), y envejecida artificialmente con calor húmedo urdimbres (línea azul).



En urdimbres, la organza de seda envejecida por calor húmedo mantiene su capacidad de elongación y aumenta su capacidad de resistencia (figuras 92-93).

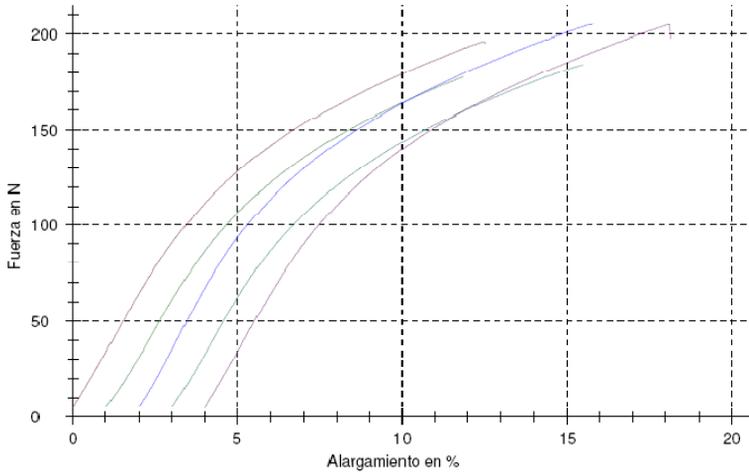


Figura 91. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda tramada envejecida con calor húmedo.

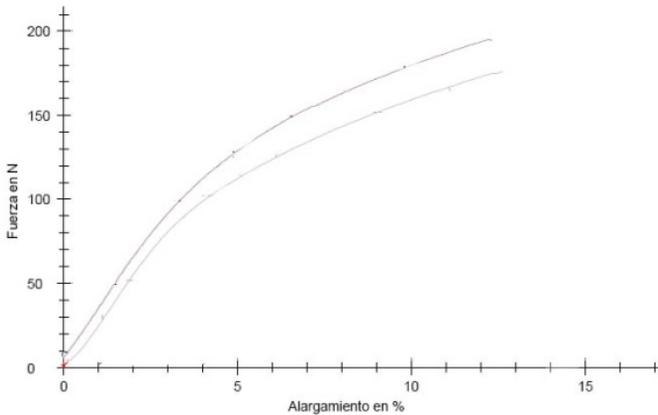


Figura 92. Curvas de resistencia a la tracción de la organza de seda urdimbres sin envejecer (línea azul clara), y envejecida artificialmente con calor húmedo, (línea azul oscuro).



g-Resultados y discusión. Organza de seda. Cámara de envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

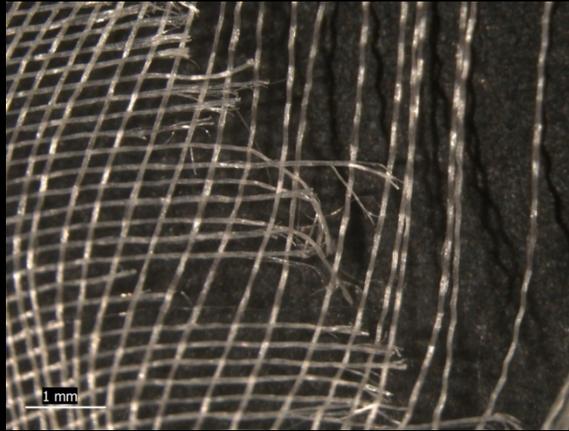
La deformación que produce la rotura no muestra ninguna anomalía diferente a las producidas con los otros procesos de envejecimiento, incluso ni con la organza de seda sin envejecer.

El mismo efecto de rotura se produce en ambas direcciones del ligamento, no existiendo diferencias de rotura entre la trama y la urdimbre (tabla 64).

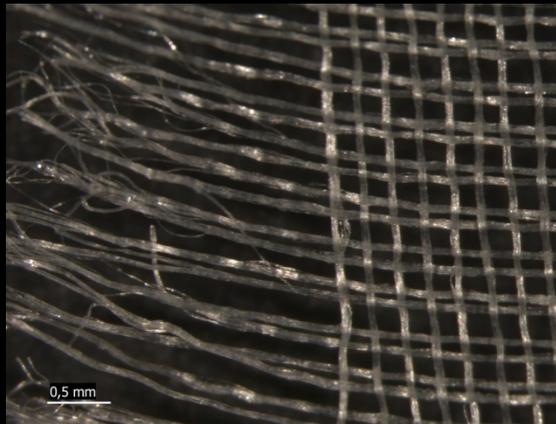
Tabla 64 . Microfotografías de las roturas de la organza de seda sometida a un envejecimiento por calor húmedo.

Deformación producida en la organza de seda tras un envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo

Trama x10



Urdimbre x16

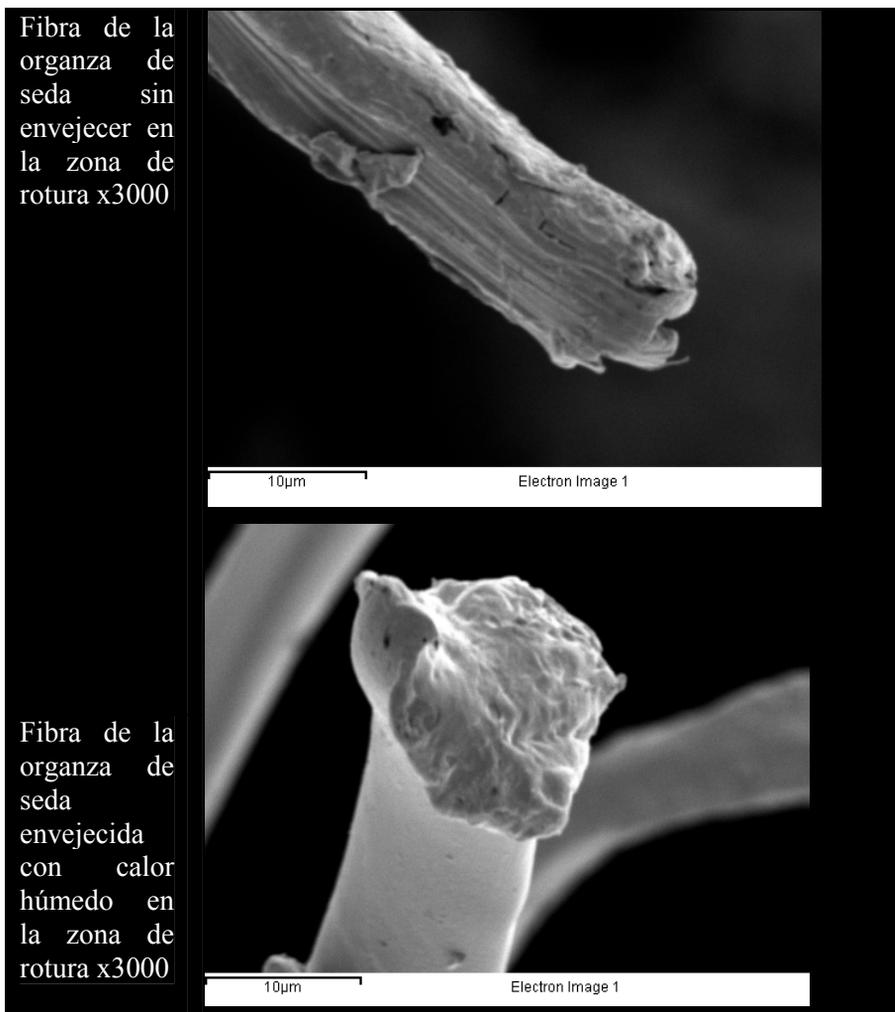


449



La fibra de la seda tras el proceso de envejecimiento por calor húmedo muestra niveles de degradación inferiores que en el caso de los procesos de envejecimiento acelerado anteriores, como puede observarse en SEM, la rotura presenta una fibra densa en su interior como sin envejecer y con la deformación producida por el estiramiento y no por la fractura (tabla 65).

Tabla 65. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo 72h.

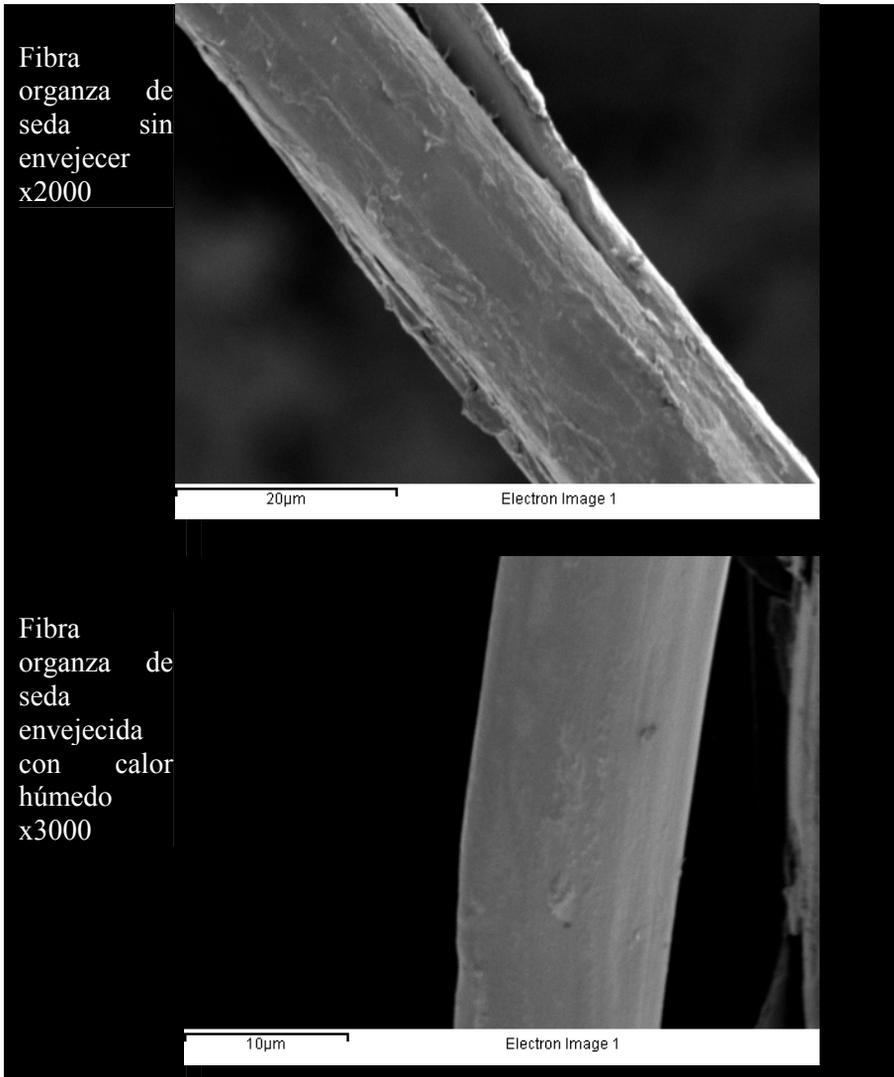


450



La fibra de la organza de seda se muestra más lisa y tersa que sin envejecer, dato coincidente con el aumento de sus capacidades de resistencia, la fibra se ha rehidratado en el proceso de calor húmedo durante 72h. (tabla 66).

Tabla 66. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), x2000, x3000. Comparativa entre roturas de la organza de seda sin envejecer y envejecidas por calor húmedo.



Al comparar los espectros IR de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo, se puede deducir que el polímero no se ve afectado por este factor de degradación, dado el elevado solapamiento que exhiben ambos perfiles IR (figura 92).

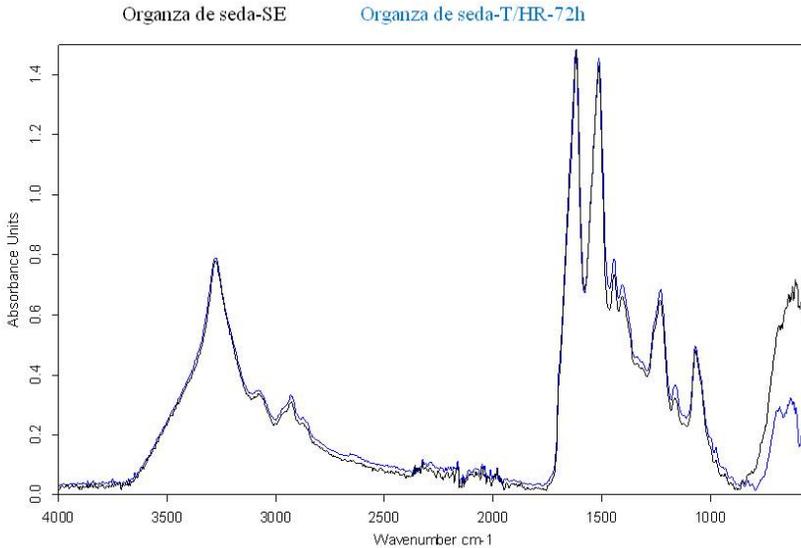


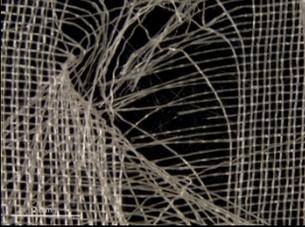
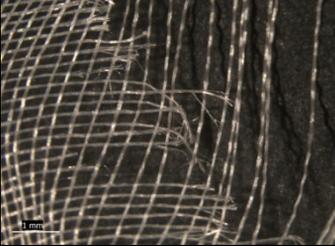
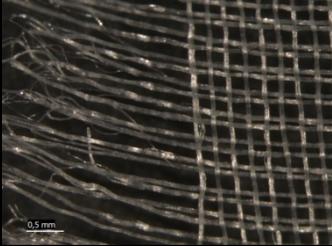
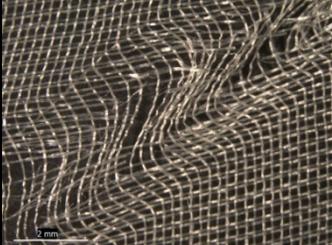
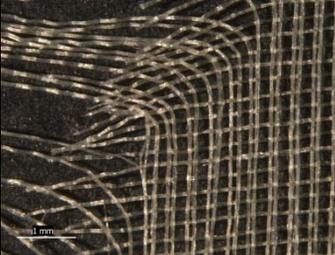
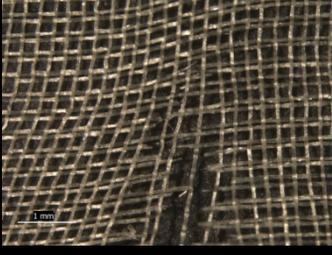
Figura 92. Espectros infrarrojos de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo (T/HR) 72h

TABLAS RESUMEN

Igual que en los tejidos estudiados anteriormente se adjunta un resumen de las tablas comparativas de la organza de seda sin envejecer y tras ser sometida a los distintos procesos de envejecimiento.



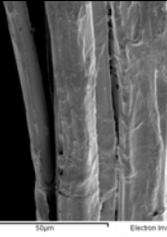
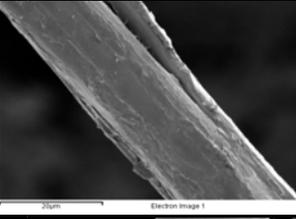
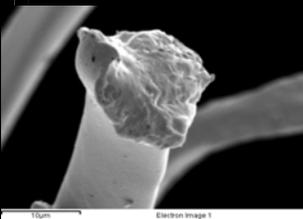
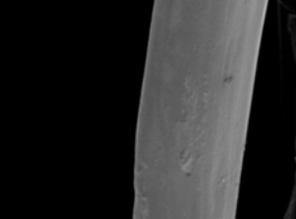
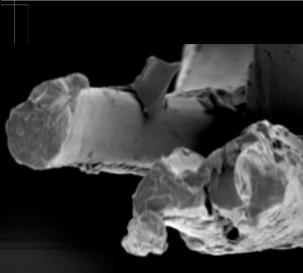
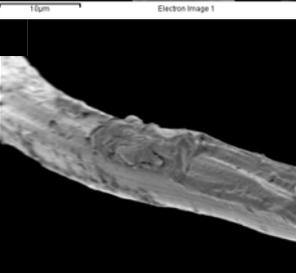
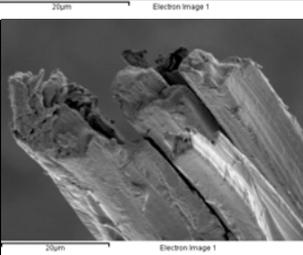
Tabla 67. Microfotografías de la organza de seda de los procesos de rotura con sus diferentes envejecimientos artificiales acelerados, en trama y urdimbre.

Tratamiento realizado	Trama	Urdimbre
Sin tratar. Izq. X8. Dcha. x8		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo. Izq. x10. Dcha. x16		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco. Izq. X16. Dcha. x16.		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta. Izq. X125. Dcha. x125.		

453



Tabla 68. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), x, de la organza de seda tras los procesos de rotura sin envejecer y con los diferentes envejecimientos artificiales acelerados.

Tratamiento realizado	Rotura	Superficie de la fibra
Sin ser sometida a tracción x2000		
Sometida a tracción. Izq. X3000. Dcha. x2000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo. Izq. X3000. Dcha. x3000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco. Izq. X2500. Dcha. x2500.		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta. Izq. X2000. Dcha. x1500		



La comparativa de espectros colorimétricos de la organza de seda en sus tres procesos de envejecimiento, muestra que el tejido expuesto a la radiación ultravioleta presenta el espectro que más se aleja del espectro sin envejecer, lo que evidencia un notable cambio cromático, hecho que en la actualidad se controla notablemente cuando se exponen o almacenan las obras textiles intervenidas con este tejido.

Con estos análisis y resultados se ha puesto de manifiesto la sensibilidad de la seda natural frente a la radiación UV y al calor seco (T 105°C) (figura 95).

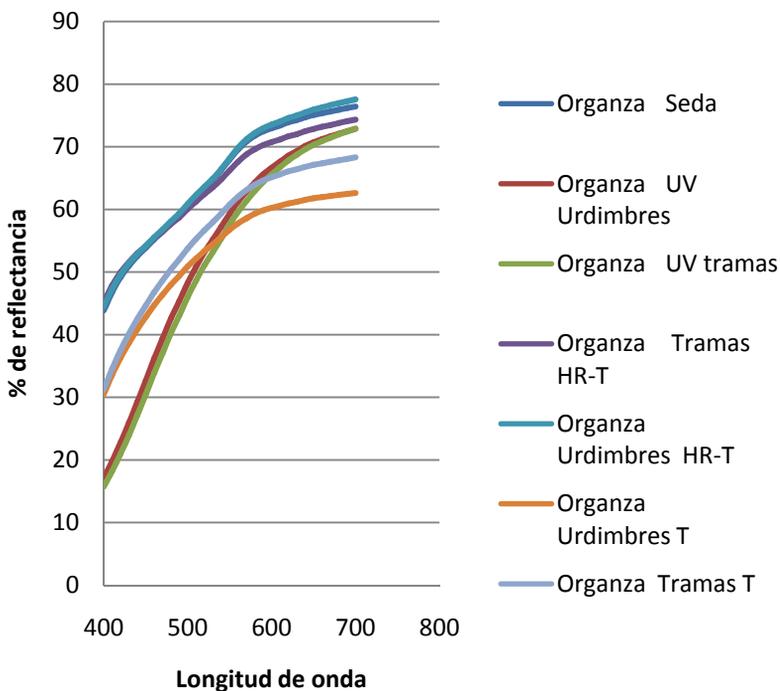


Figura 94. Espectro reflectancia de la organza de seda sin envejecer y envejecida con radiación ultravioleta, calor seco y calor húmedo.



En sus valores colorimétricos la radiación UV es el factor que más altera el color volviéndola más oscura al igual que el calor seco (tabla 69).

Tabla 69 Valores colorimétricos la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor seco, radiación ultravioleta y calor húmedo, 72h.

	SE	UV	T	HR-T	
L	85,6399	80,7285	79,5412	84,8639	
a*	1,9661	1,2739	0,3104	1,8334	
b*	12,3186	27,9852	13,8656	10,7415	
		-4,9111	-6,0914	-0,7759	ΔL^*
		-0,6922	-1,6556	-0,1327	Δa^*
		15,6661	1,5421	-1,5771	Δb^*

Los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos de la organza de seda sin envejecer y envejecida artificialmente, se muestran en la tabla 70 y figura 96.



Tabla 70. Comparativa de resistencia de la organza de seda en sus tres procesos de envejecimiento.

		F.HN				N/cm				%			
		SE	HR	T ^a	UV	SE	HR	T ^a	UV	SE	HR	T ^a	UV
Organza de seda	T	132,82	129,58	129,13	18,83	26,57	25,92	25,83	3,77	14,50	12,45	11,14	1,83
	U	169,51	193,54	178,66	54,36	33,92	38,71	35,74	10,87	11,29	12,75	8,80	1,86

F.H.resistencia a la rotura

U: Urdimbre

N/cm: capacidad de resistencia

?: capacidad de elongación

S.E.: Sin envejecer

HR: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo

T^a: Cámara de envejecimiento

artificial acelerado por calor seco

UV: Cámara de envejecimiento

por radiación ultravioleta

T: trama

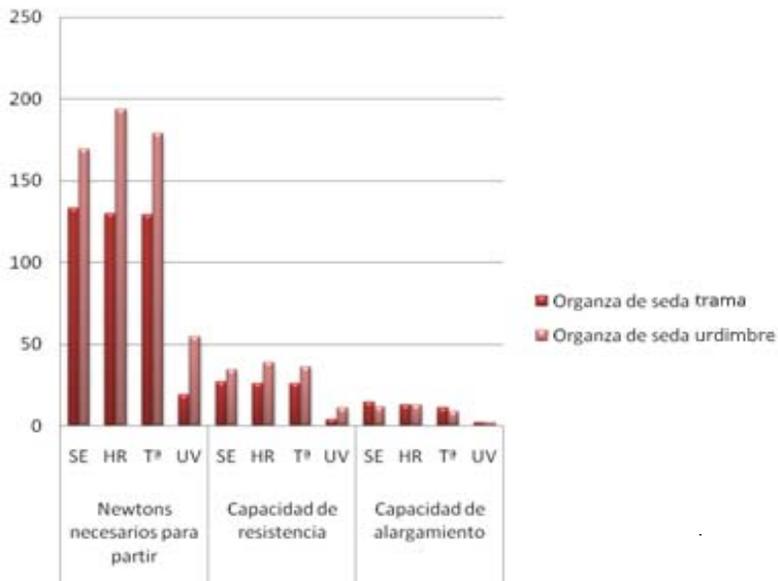


Figura 95. Ensayos de tracción de la organza de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo en un ciclo de 72h.

457



En las curvas de resistencia en tramas (figura 97), se aprecia el grado de degradación tan alto de la organza de seda tras ser envejecida con radiación UV, perdiendo toda capacidad de resistencia y elongación. Mientras que el calor seco rigidifican la fibra de la seda, el calor húmedo hace que la fibra sea ligeramente más elongable. Por otro lado, en urdimbres (figura 96), la curva de resistencia indica que se incrementan sus niveles de resistencia tanto en calor seco como húmedo.

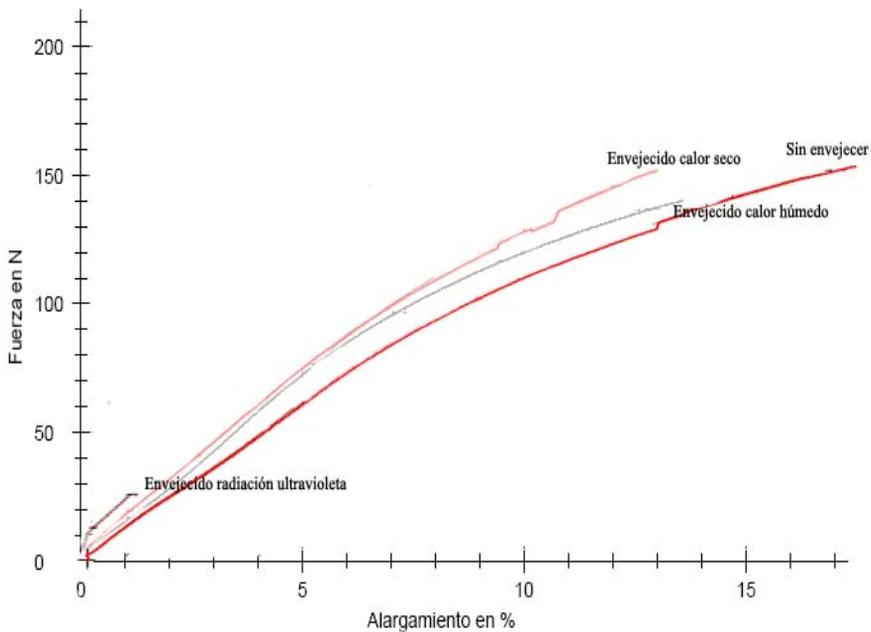


Figura 96. Curvas de resistencia de la organza de seda trama en sus procesos de envejecimiento.



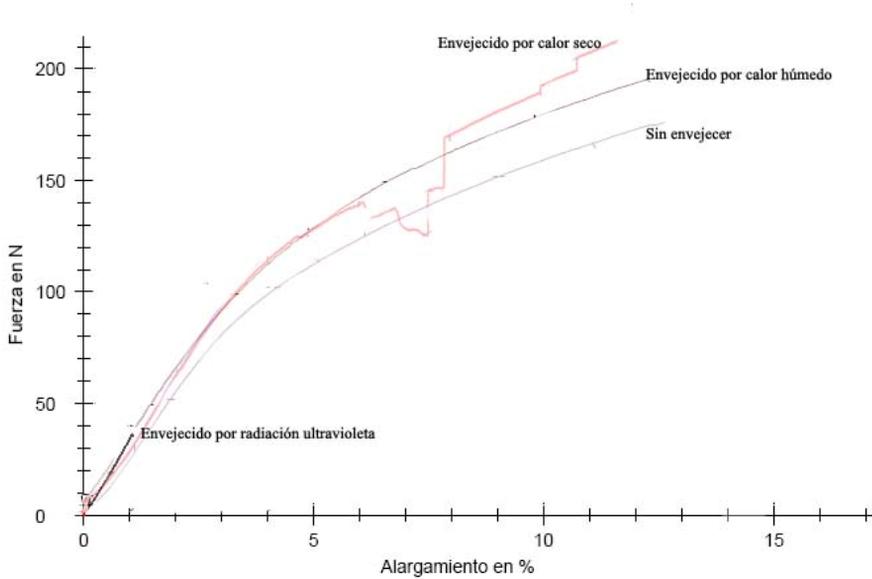


Figura 97. Curva de resistencia de la organza de seda urdimbres en sus procesos de envejecimiento.

En lo referente a los cambios estructurales observados mediante FTIR al comparar los espectros de la organza de seda sin envejecer y tras ser sometida a los distintos envejecimientos (figura 99-100), recalcar que tanto como efecto por la radiación UV como por el calor seco aparece un hombro a 1740 cm^{-1} correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O) de un grupo éster (posible proceso de oxidación del polímero) y que se produce un ensanchamiento y desplazamiento hacia longitudes de onda mayores de la banda del carbonilo de la amida I (probable pérdida de puentes de hidrógeno) en mayor medida por efecto de la radiación UV y siendo muy leve por el calor seco e inapreciable por el húmedo.



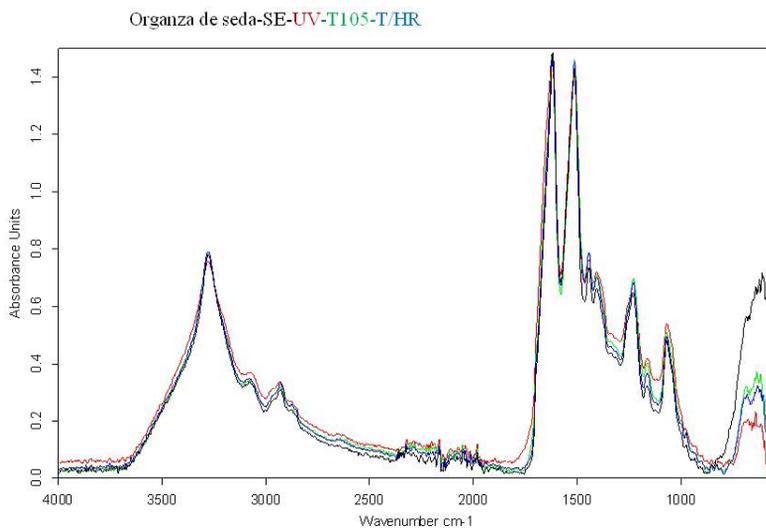


Figura 98. Espectros IR de la organza de seda sin envejecer y envejecida en un ciclo de 72h por radiación ultravioleta, calor seco (105°C) y calor húmedo (T/HR).

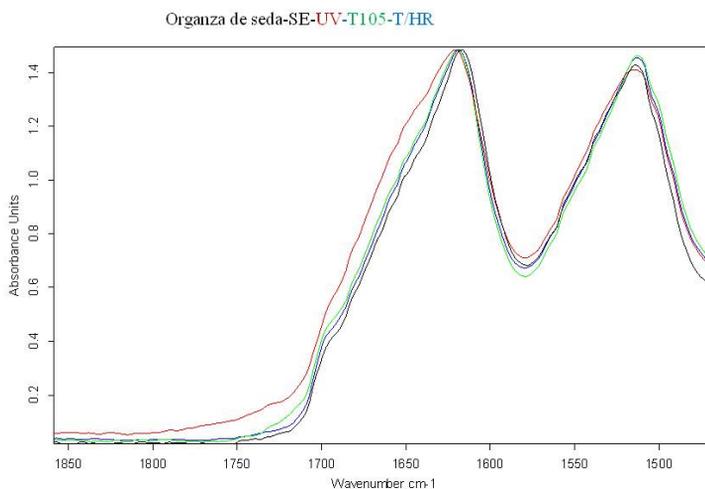


Figura 99. Detalle de la zona 1850-1500 cm⁻¹ en los espectros IR de la organza de seda sin envejecer y envejecido.



Estos cambios estructurales del polímero de la seda en el tejido de la organza se puede cuantificar mediante el cálculo de su grado de cristalinidad. En la tabla 71, se presentan todos estos valores.

Tabla 71. Grado de cristalinidad de la organza de seda

Organza de seda	I₁₂₃₄, (Abs)	I₁₂₆₁, (Abs)	Grado de Cristalinidad, I₁₂₆₁ / I₁₂₃₄
SE	0,030	0,0241	0,8033
UV-72h	0,039	0,0328	0,8410
T105C-72h	0,039	0,0299	0,7667
T HR-72h	0,052	0,0402	0,7731

El valor del grado de cristalinidad del polímero proteico (I₁₂₆₄ / I₁₂₃₀) de la Organza de seda, se correlaciona con el comportamiento observado mediante los ensayos mecánicos.

Se comprueba que:

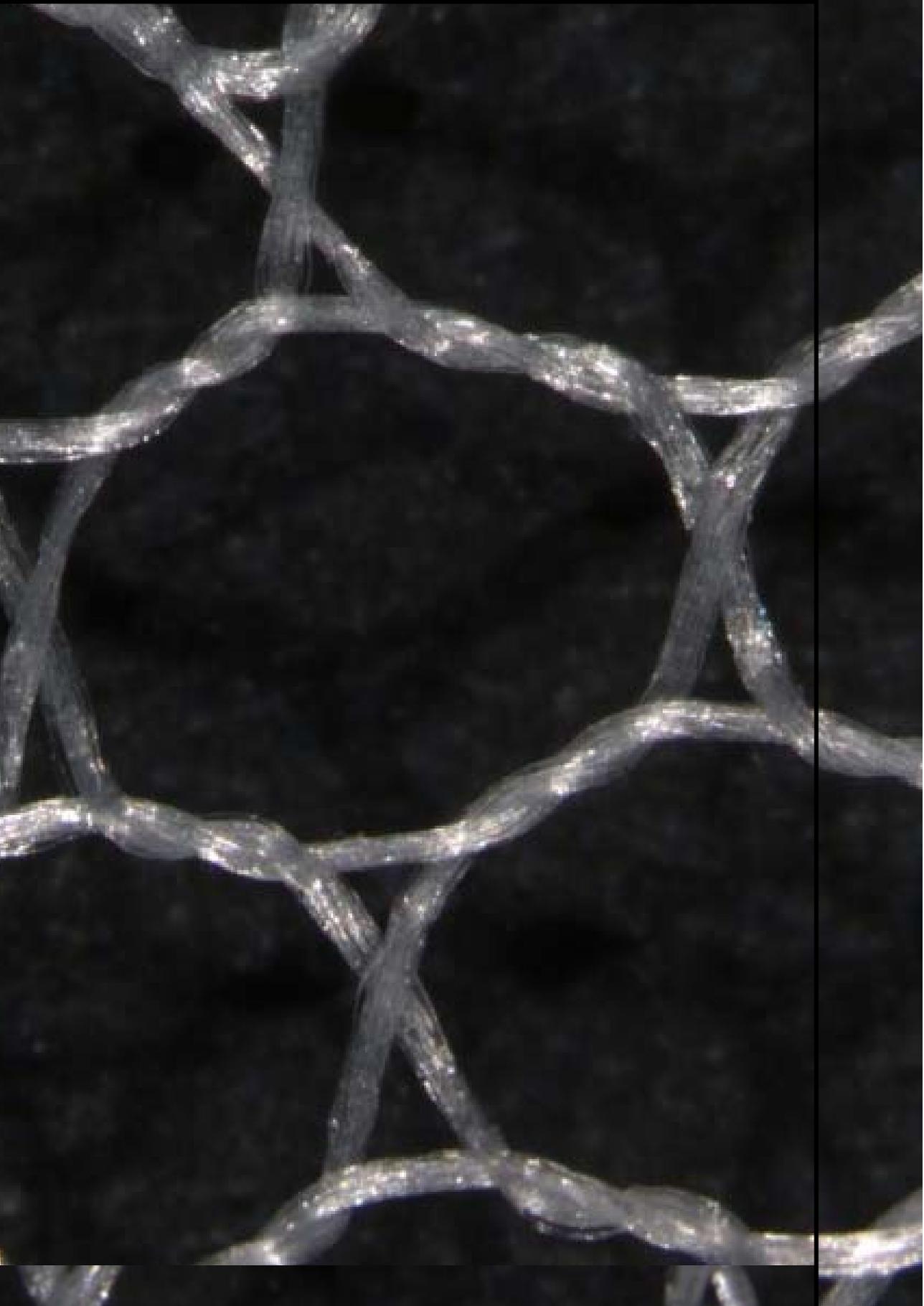
- La organza de seda envejecida por radiación UV, presenta el valor más elevado de grado de cristalinidad respecto a la organza sin envejecer y respecto a los otros dos envejecimientos, por lo que se ha convertido en un polímero más rígido que los otros y además exhibe un comportamiento más débil que el resto.

- Los valores del grado de cristalinidad, tanto de la organza de seda envejecida por calor seco como por calor húmedo, son similares entre si y menores al del tejido sin envejecer, lo que indica que sus comportamientos mecánicos se van a corresponder con un polímero más elongable y resistente que en el caso de la radiación UV, asimismo, esa mínima diferencia de cristalinidad se plasma en que el polímero envejecido por calor húmedo es ligeramente más elongable y resistente que el tejido de organza sometido al calor seco.



G-Resultados y discusión. Organza de seda. Comparativa.





TUL DE SEDA

El tul de seda es un tejido de punto de seda 100%, con una densidad similar entre UR y TR con ligamento de red.

Tiene un peso de 0,0099 Kg/m².

Mediante su observación al microscopio estereoscópico se confirma que no hay torsión ni en TR y ni UR

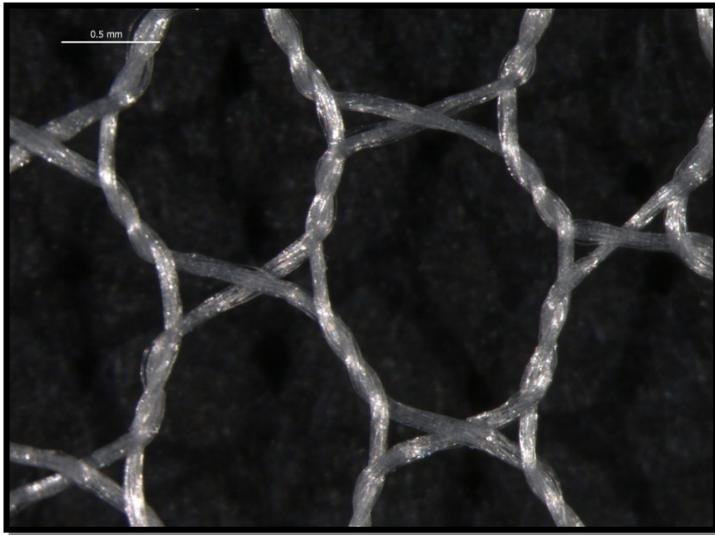


Ilustración 32. Microfotografía del tul de seda x16.

La imagen de electrones retrodispersados mediante SEM del hilo del tul de seda sin envejecer muestra una superficie lisa y pulida de la fibra de seda (ilustración 33).



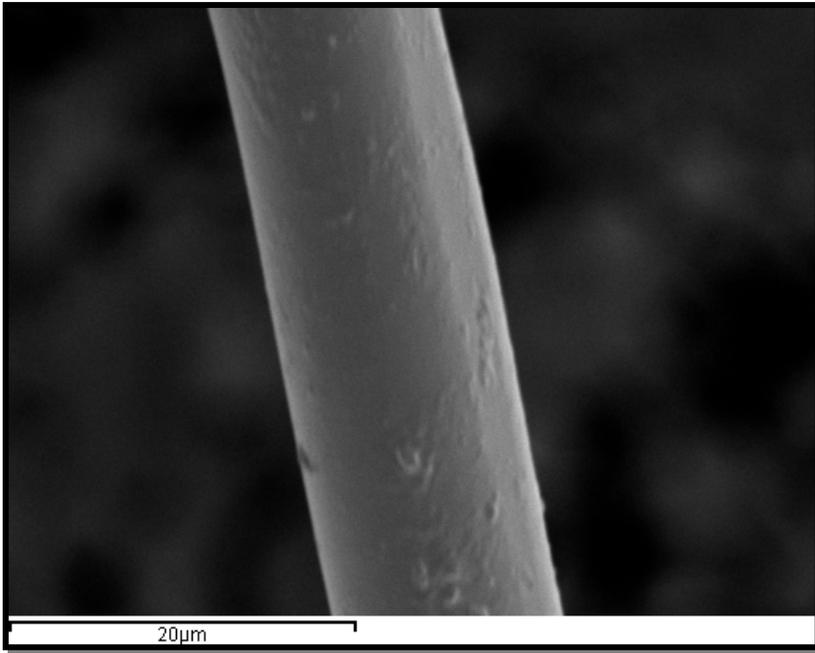


Ilustración 33. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del tul de seda sin envejecer y sin exponer a fuerzas mecánicas, X 2500.

En primer lugar, comenzaremos indicando sus coordenadas en el espacio CIELab en su estado sin envejecer tabla 72. (Las mediciones se han realizado en las probetas n° T.S.E.T.5 y T.S.E.T.5). Estos valores revelan que el tul de seda es un tejido con un índice de luminosidad elevado, pero presenta una tendencia muy acusada hacia el azul, como muestra el parámetro b^* , posiblemente logrado gracias a un blanco óptico adherido al tejido.



Tabla 72. Valores de las coordenadas L*a*b* (CIELab) del tul de seda sin envejecer, medidas en las probetas n° T.S.E.T.5 y T.S.E. T.5

Nombre	Estado	L*	a*	b*
Tul de seda	SCI/100	91,5623	3,2991	-9,8025

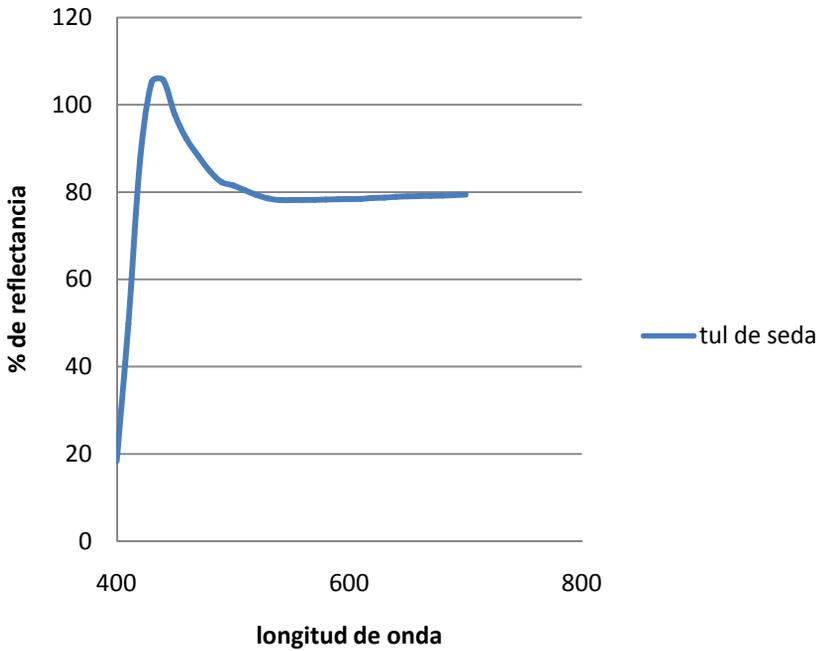


Figura 100. Espectro de reflectancia del tul de seda sin envejecer

En la capacidad de resistencia del tul de seda se corrobora que las TR tienen mayor capacidad de resistencia que las UR. Sin embargo, la capacidad de elongación en TR es inferior que en UR (tabla 73).

466



Tabla 73. Resultados de la resistencia a la tracción del tul de seda. Mediciones realizadas en las probetas T.S.E.T.5 y T.S.E.T.5

Material		FH.N	N/cm	%
		S.E	S.E	S.E.
Tul de seda	UR	14,21	2,64	21,79
	TR	29,01	5,80	14,05

F.H. resistencia a la rotura N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

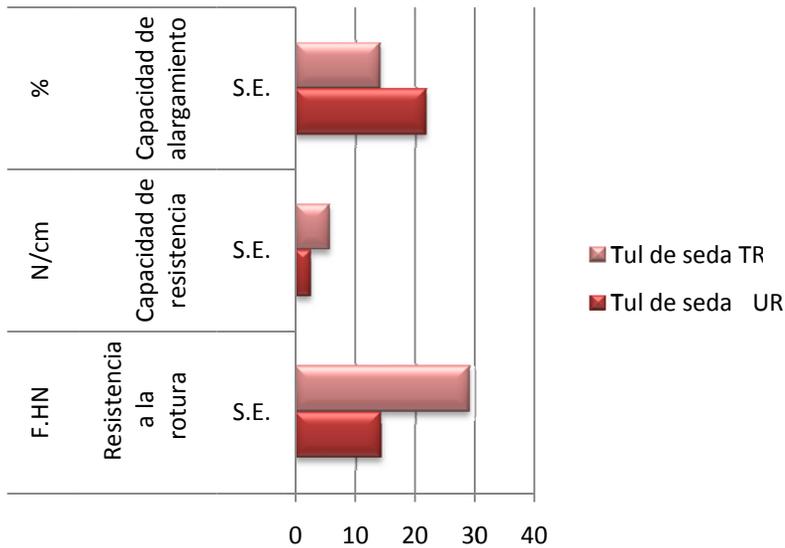


Figura 101. Capacidad de resistencia del tul de seda sin envejecer en TR y UR, midiendo los newtons necesarios para partir, su capacidad de resistencia y sus niveles de elongación.

En la figura 104 se comparan ambas curvas de resistencia a la tracción en las que se evidencia que las columnas tienen más capacidad de elongación que las TR pero no tanta capacidad de resistencia.



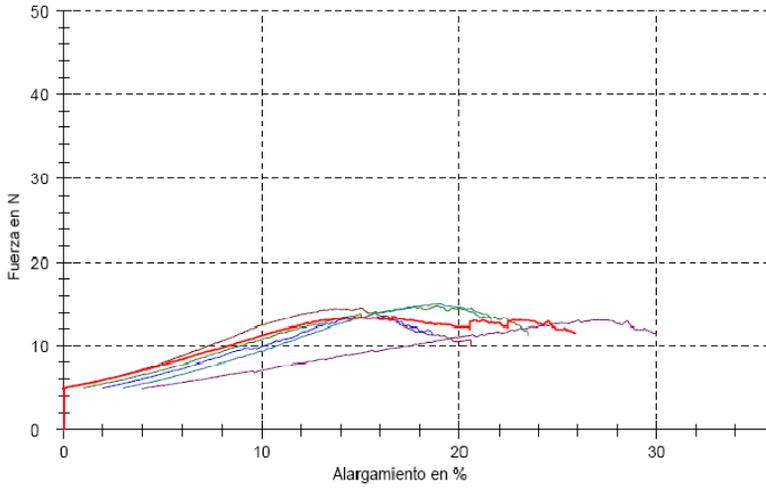


Figura 102. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda en UR.

.

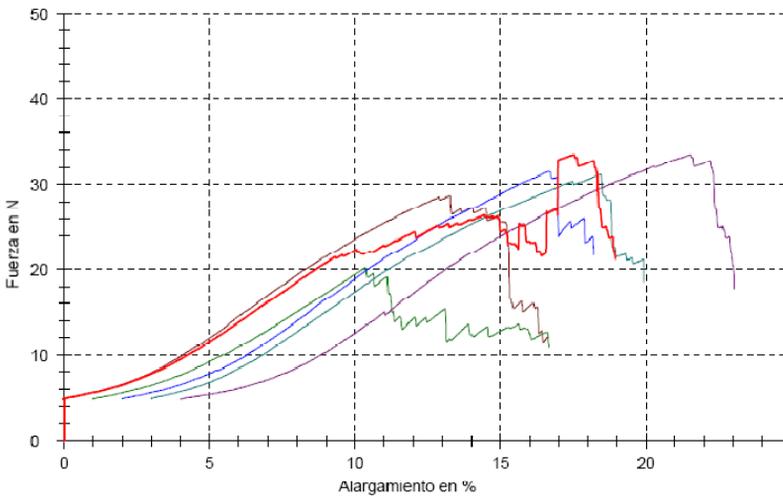


Figura 103. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda en TR.

468



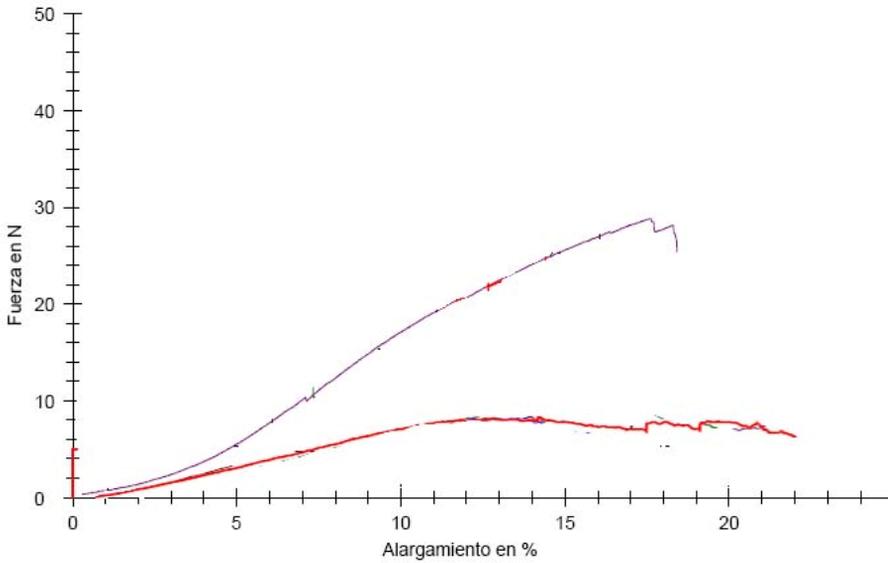


Figura 104. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda en TR (línea violeta) y UR (línea roja).

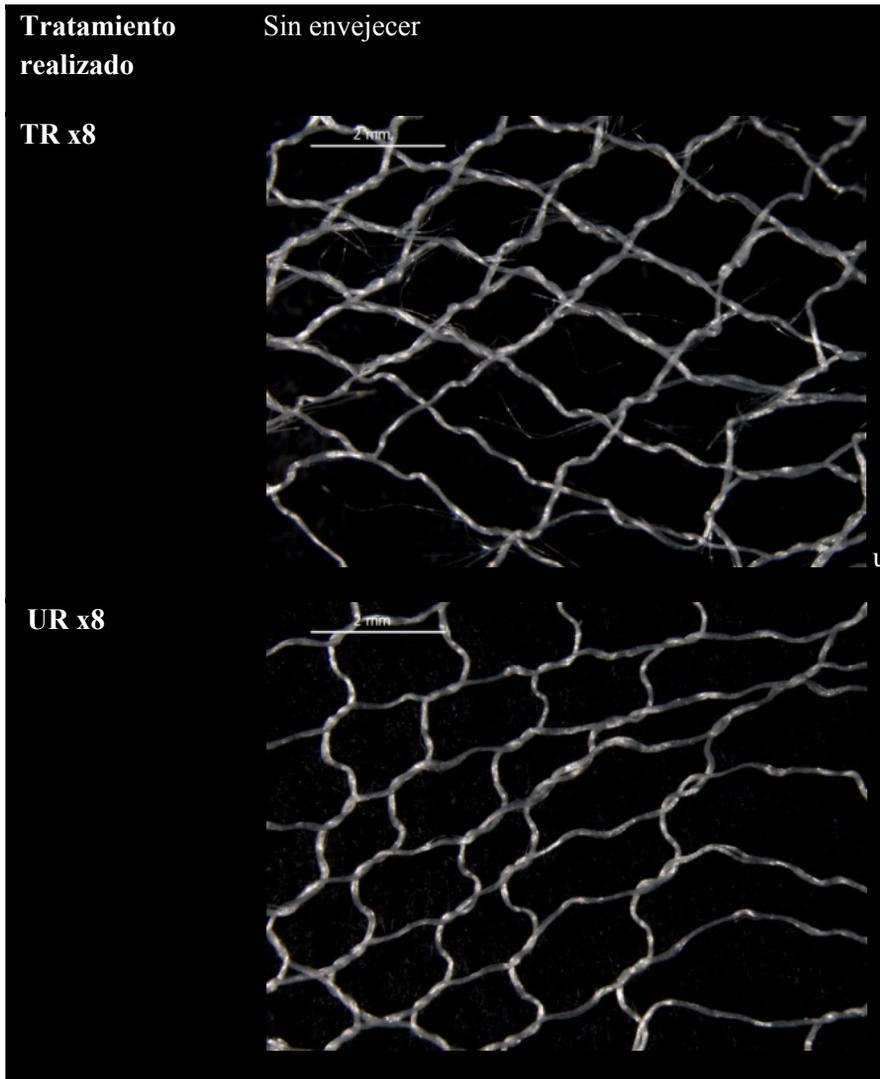
Las roturas del tul de seda permiten observar su comportamiento tras ser sometido a estrés extremo. En la tabla 74 se exponen las microfotografías en las que se aprecian ciertas diferencias entre las fracturas en TR y en UR, evidenciando una diferencia de rotura según la dirección del ligamento.

Las UR no se deforman tanto, mantienen mejor su forma hexagonal, hecho que fomenta su mayor capacidad de elongación, sin embargo, las TR experimentan un grado de desentramado más acentuado.

La fractura del tul de seda provoca que sus hilos se descompongan en fibrillas debido a la tensión.



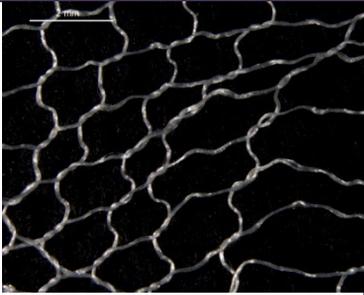
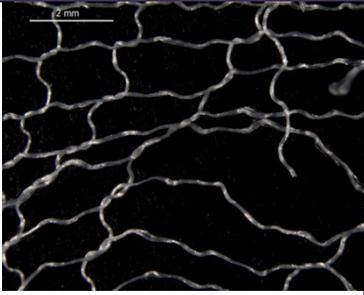
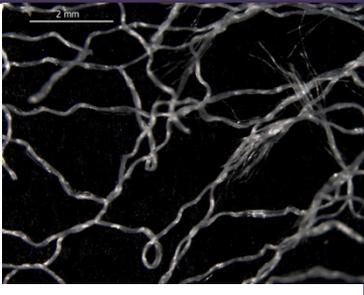
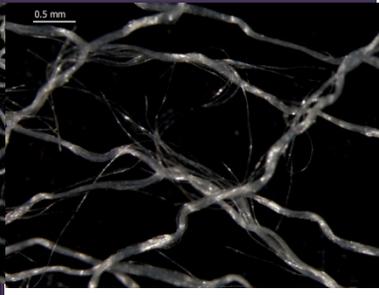
Tabla 74. Microfotografías de las roturas del tul de seda sin envejecer en TR y UR.



En la siguiente (tabla 75), se ha querido recoger una secuencia de microfotografías del proceso de rotura del tul de seda, con el fin de observar la capacidad de deformación de este tejido durante su fractura.



Tabla 75. Proceso de rotura del tul de seda paso a paso, sin envejecer.

Ligamento	UR	TR
1ª fase de rotura x8		
2ª fase de rotura x8		
3ª fase de rotura x8		



En la imagen de electrones retrodispersados (SEM) (ilustración 34) se aprecia diferencias entre el hilo del tul de seda antes y después de su rotura, mostrando en las zonas de cruce del ligamento una vez fracturada una deformación que provoca un ahuecamiento de este en estas zonas.

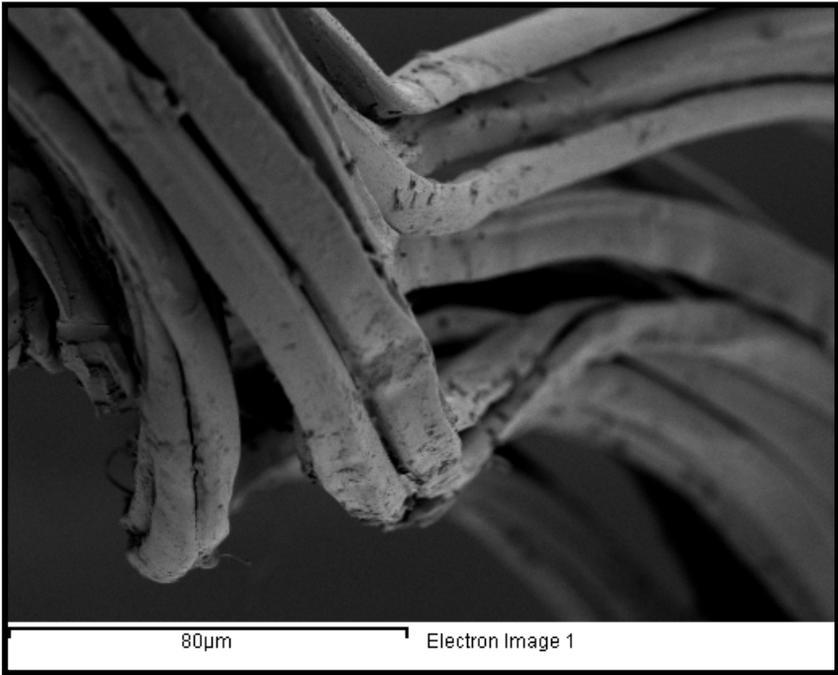


Ilustración 34. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del tul de seda sin envejecer tras una rotura. X700.

Por otro lado, el aspecto del extremo del hilo del tul de seda tras la rotura presenta una masa densa en su interior deformada por el estiramiento (ilustración 35).

472



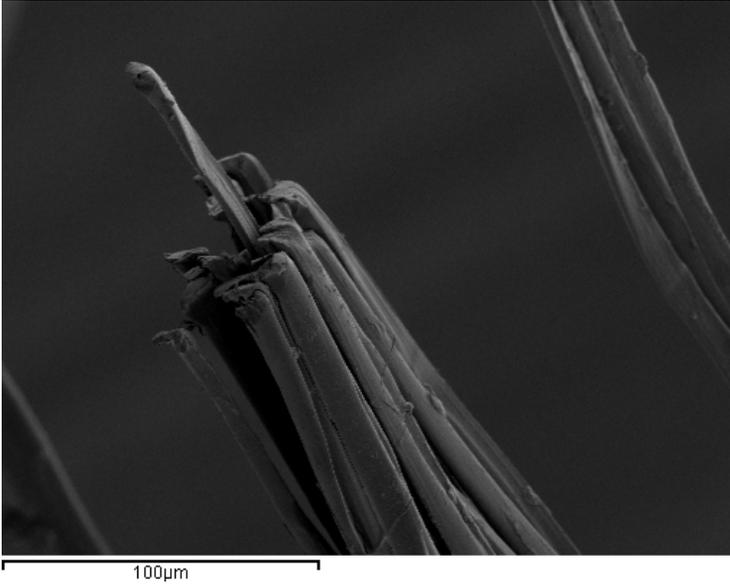


Ilustración 35. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del extremo del hilo del tul de seda sin envejecer tras una rotura x500

La determinación de la estructura química mediante FTIR-ATR del tejido de tul de seda (Figura 6)(Tabla 76) confirma su naturaleza proteínica de la amida procedente de la seda, caracterizada por la presencia de las bandas IR a $1691-1617\text{ cm}^{-1}$ correspondiente a la vibración de tensión asociada al grupo $\text{C}=\text{O}$ en una amida I*, 1501 cm^{-1} correspondiente a la vibración de flexión asociada al grupo $\text{N}-\text{H}$ en una amina II ($\text{R}-\text{NHR}'$), 1226 cm^{-1} correspondiente a la vibración de tensión asociada a una amida III, 1047 cm^{-1} y 966 cm^{-1} se corresponden con la vibración de tensión Gly-Gly y vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH y vibración de tensión Gly-Ala, respectivamente.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



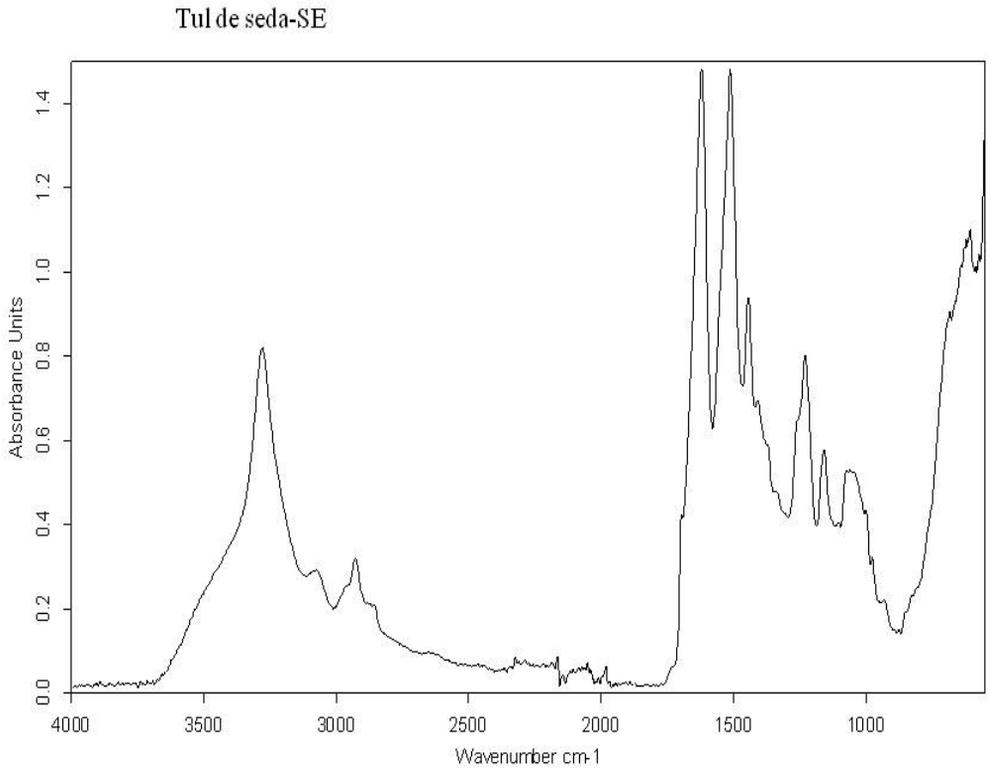


Figura 105. Espectro IR del tul de seda sin envejecer.



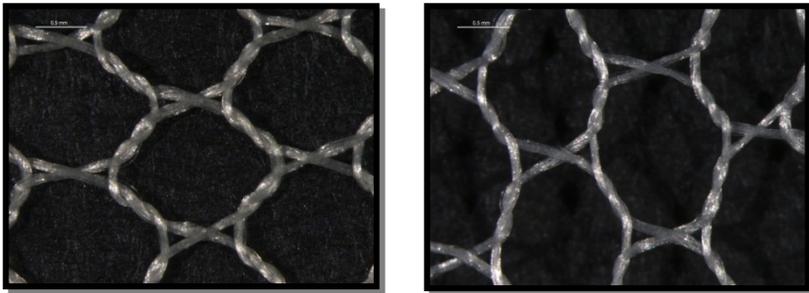
Tabla 76. Identificación de las bandas IR *del tul de seda sin envejecer

Tul de seda SE	
$\lambda(\text{cm}^{-1})$	ASIGNACIÓN Y COMENTARIOS
3489	Vibración de tensión asociada al grupo NH
3275	Vibración de tensión asociada al grupo OH
3063	Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
2968	Vibr. tensión asimétrica -CH ₃
2926	Vibr. tensión asimétrica de -CH ₂ del cuerpo hidrocarbonado
2849-2873	Vibr. tensión asimétrica de -CH ₃ , -CH ₂ del cuerpo hidrocarbonado
1691-1617	Vibración de tensión asociada al grupo C=O en una amida I
1501	Vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina secundaria (R-NHR')
1438	Vibración de flexión asociada al grupo C-H; Vibración de tensión C-C-C
1409	Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal
1374	Vibración de tensión asociado al grupo C-O
1226	Vibración de tensión asociado a una amida III
1156	Vibración de tensión asociado al grupo C-O; Vibración de tensión C-C-C
1262	Vibración de flexión en el plano asociada al grupo O-H
1047	Vibración de tensión asociado al grupo C-O-C; Vibración de tensión Gly-Gly
966	Vibr. tensión del grupo CO de un alcohol primario
920	Vibraciones de flexión del grupo C-H en un anillo, n=6; Vibración de flexión fuera del plano asociada al grupo NH; Vibración de tensión Gly-Ala
678	Vibraciones de tensión del grupo C=CH ₂ terminal



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Se realizó un ciclo de 72h de exposición a la radiación UV tras el cual se obtuvieron las microfotografías de los tejidos (Ilustraciones 36-37). Se pudo observar un “amarilleamiento” que se cuantificó con el espectrofotómetro de reflexión.



Ilustraciones 36-37. Microfotografías: Izquierda, Tul de seda tras 72h expuesta a la radiación ultravioleta x16. Derecha Tul de seda sin envejecer. X16.

En la figura 106 se presenta la comparativa de espectros realizados en las probetas T.E.UV.T.5 y T.E.UV.U.5. con el espectrofotómetro de reflexión, donde el espectro del tul de seda sin envejecer dista mucho de los espectros en TR y UR del tul envejecido por exposición a la radiación UV, lo que supone un cambio cromático muy acusado.

Los resultados en las TR y UR son idénticos, por lo que dicho tejido no modificará su efecto de cambio cromático de diferente modo en ninguno de los sentidos del ligamento.



El tul de seda modifica de manera muy acusada su cromatismo al ser expuesto a la radiación ultravioleta, perdiendo el blanco óptico que presentaba sin envejecer.

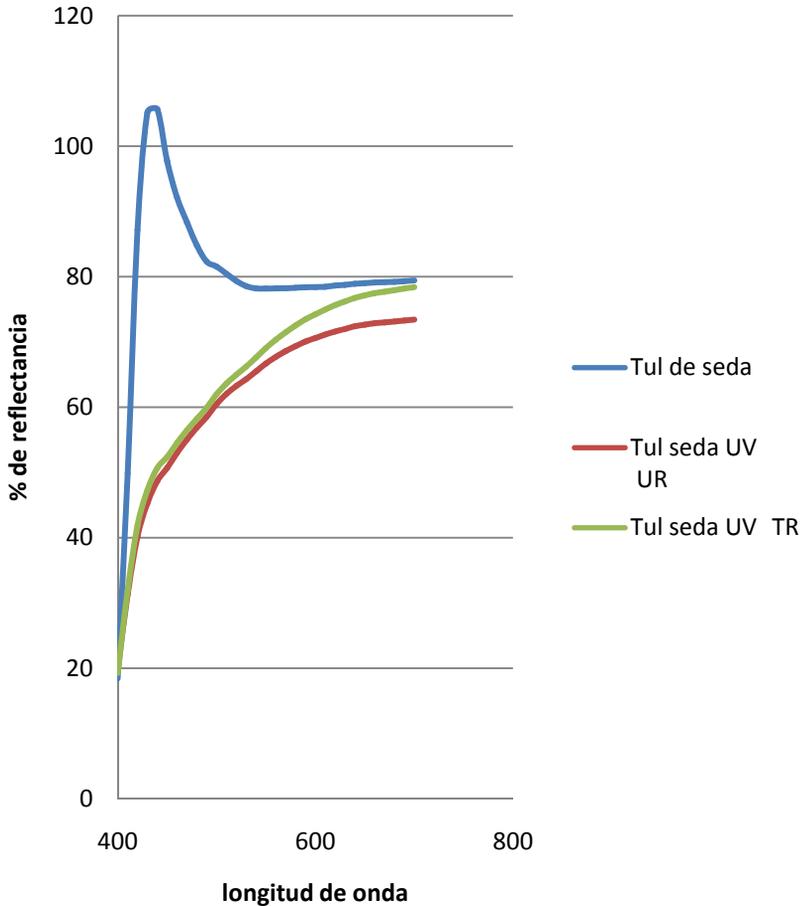


Figura 106. Comparativa de los espectros de reflectancia del tul de seda sin envejecer y tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta.



En la tabla 77 se exponen los valores de los índices cromáticos y sus variaciones. La variación cromática del tul de seda en este proceso de envejecimiento provoca una pérdida de su luminosidad, (ΔL^* -6,6775), con una tendencia al amarilleamiento muy acusada, (b^* de 24,6699), virando hacia tonalidades verdosas en contraposición a las azuladas que poseía sin envejecer, como muestra el parámetro a^* en diferenciales de -3,5283.

El diferencial ΔE_{ab^*} es de 25,0801, es perceptible al ojo humano por su notable cambio cromático (tabla 77).

Tabla 77. Índices cromáticos del tul de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta.

	SE	UV	
L*	91,5623	84,8848	
a*	3,2991	-0,2292	
b*	-9,8025	14,8674	
		-6,6775	ΔL^*
		-3,5283	Δa^*
		24,6699	Δb^*
		25,0801	ΔE_{ab^*}



En la tabla 78 se presentan las mediciones de los ensayos mecánicos realizados en las probetas T.E.UV.T.1- T.E.UV.T 2- T.E.UV.T 3- T.E.UV.T 4- T.E.UV.T 5, T.E.UV.U 1- T.E.UV.U 2- T.E.UV.U 3- T.E.UV.U 4- T.E.UV.U 5.

El tul de seda envejecido por radiación UV ve mermada su resistencia a la tracción de forma diferente en TR y UR. En TR se reduce su capacidad de resistencia a la mitad, mientras que en UR pasa de 2,64 N/cm² a 2,14 N/cm². Esto demuestra que en el tul de seda expuesto a un estrés máximo, su TR quedarán más debilitadas que sus UR. Sin embargo, no se produce una pérdida de capacidad de elongación ni en TR ni en UR, probablemente debido al ligamento de punto, más elongable al estiramiento que el ligamento de calada (tabla 78).

Tabla 78. Índices de resistencia del tul de seda envejecida artificialmente por radiación ultravioleta

Material		FH.N	N/cm	%
		UV	UV	UV
Tul de seda	UR	10,72	2,14	21,15
	TR.	2,62	2,52	14,73

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia;
%: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.



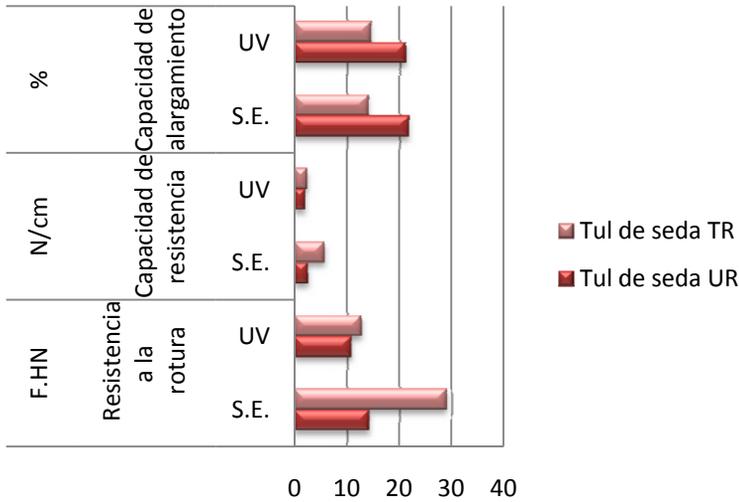


Figura 107. Valores de capacidad de resistencia del tul de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h.

La comparativa de curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR y UR sin envejecer y envejecido es muy diferente, así que se han adjuntado ambas curvas, en TR y en UR, comparadas con su igual sin envejecer.

El tul de seda en TR al igual que en UR disminuye su valor de elongación y resistencia en gran medida, como puede observarse en la figuras 108 y 109. En las curvas de resistencia a la tracción del tul de seda en columnas se aprecia como pierde capacidad de resistencia durante todo el ensayo. La proyección de esa curva es muy aguda e irregular, lo que muestra las mini fracturas que experimenta el tejido de red, conforme se ejerce la presión sobre el ligamento hasta llegar a su rotura en dos, mostrando incluso una curva invertida, así que a simple vista se evidencia el enorme deterioro que produce la radiación ultravioleta en el tul de seda en dirección de columnas (figura 108).



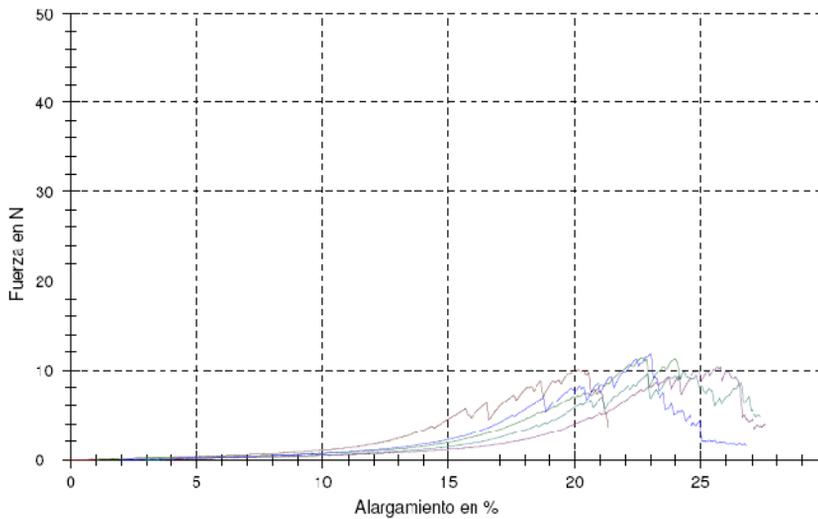


Figura 108. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda UR envejecido por radiación ultravioleta.

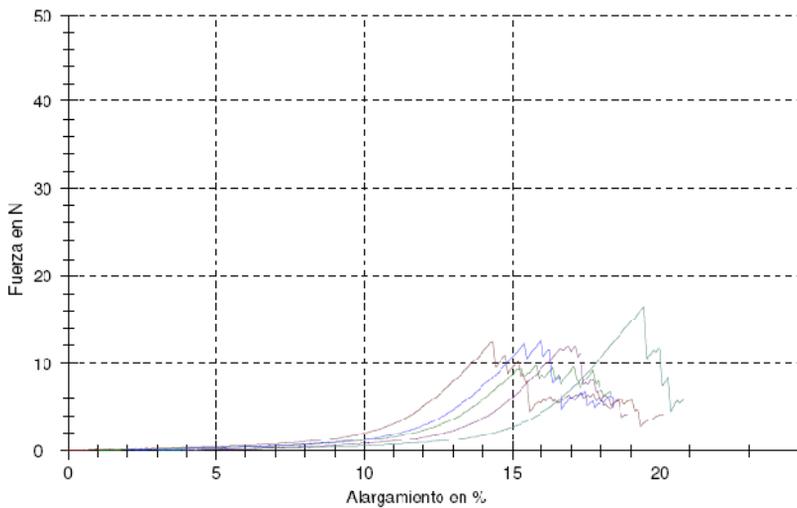


Figura 109. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR envejecido por radiación ultravioleta.



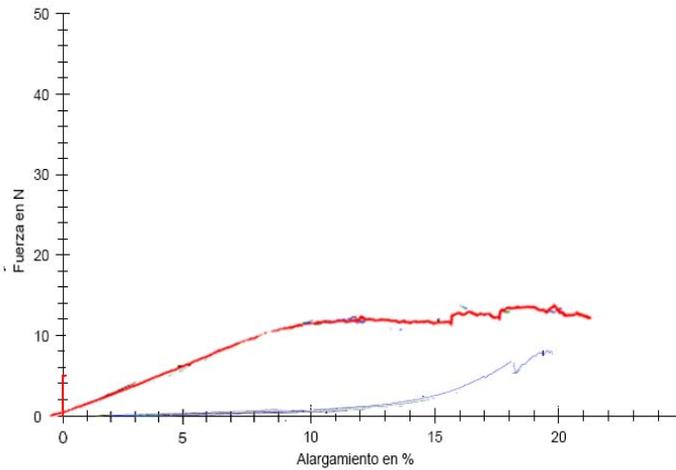


Figura 11. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda UR sin envejecer (línea roja) y envejecido artificialmente con radiación ultravioleta (línea violeta).

El tul de seda en TR pierde en gran medida su capacidad de resistencia en su exposición durante 72 h a la radiación ultravioleta.

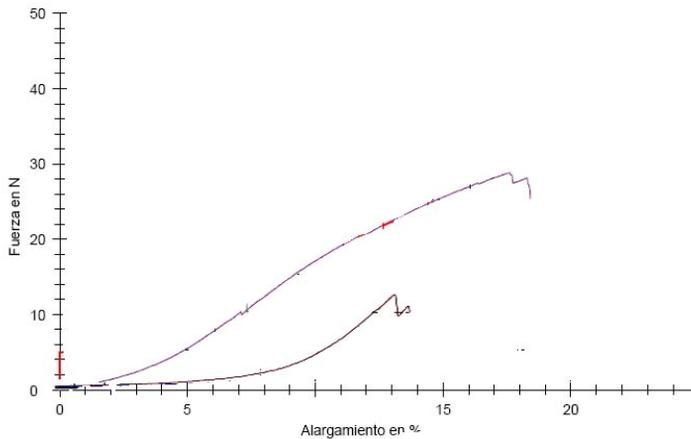


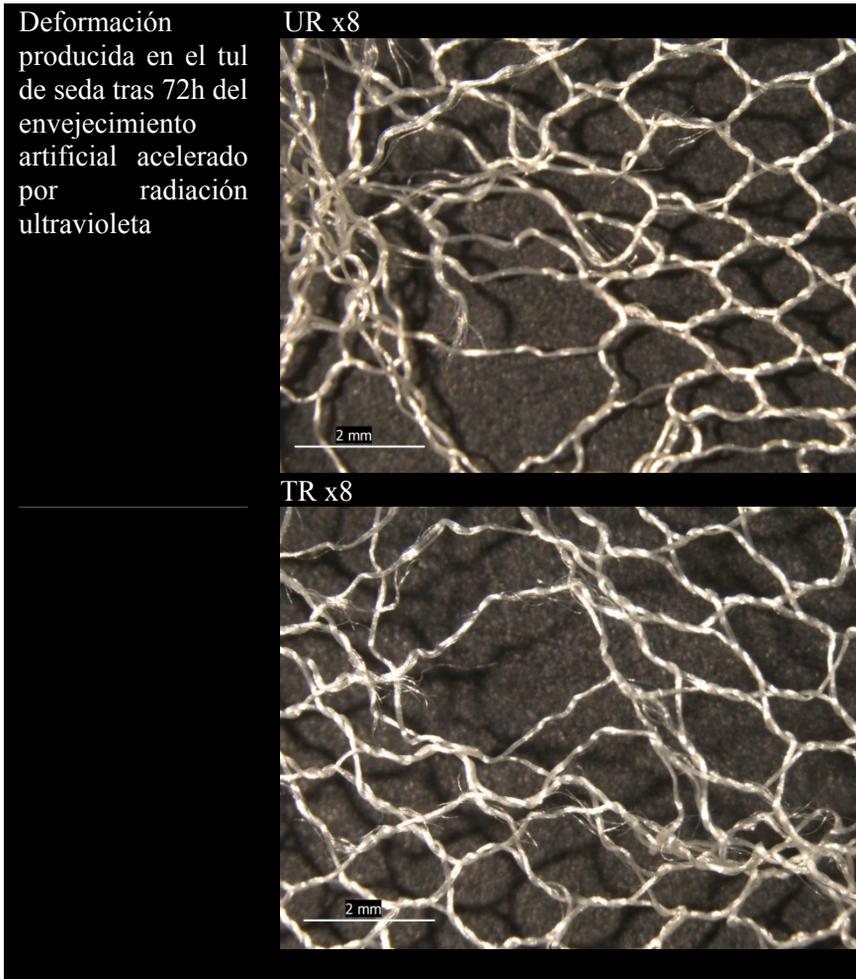
Figura 111. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR sin envejecer (raya azul), y envejecida artificialmente con radiación ultravioleta (raya negra).

482



En la tabla 79 se presentan las microfotografías del efecto de la rotura en el tejido, observándose que es similar entre el tul de seda TR y UR envejecido por radiación ultravioleta.

Tabla 79. Microfotografías de la rotura en tul de seda sometida a un ciclo de 72h de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta.



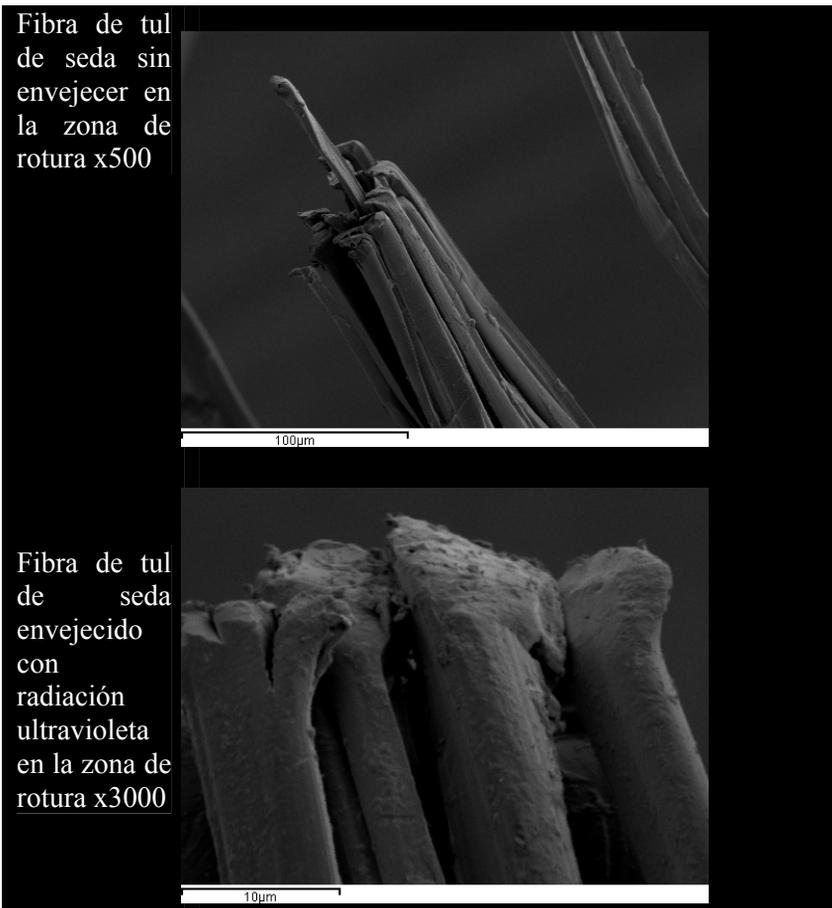
Estas diferencias se pueden observar con mayor detalle, mediante el análisis del aspecto de las fibras y de las roturas de las imágenes de electrones retrodispersados (SEM).

483



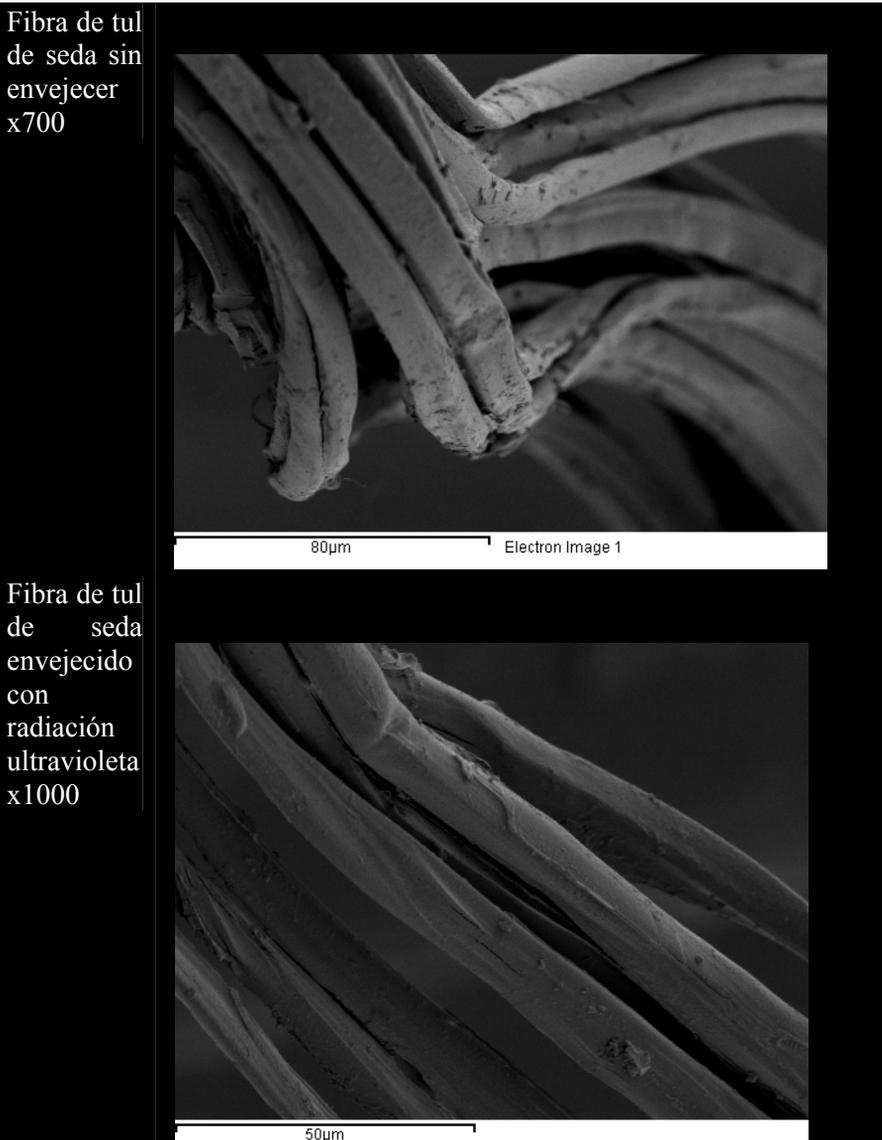
La radiación ultravioleta provoca un deterioro visible en la fibra con un efecto de sequedad de su superficie, y como consecuencia, una visión escamada y muy pulverulenta de ella. Al comparar la fibra antes y después del envejecimiento en la zona de rotura, la fibra ofrece un aspecto totalmente distinto, pasa de ser una fibra densa y deformada sin envejecer, a convertirse envejecida en una fibra densa pero partida sin deformación (tabla 80).

Tabla 80. Comparativa entre las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de las roturas del tul de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h x500- x300.



Otro detalle diferenciador se observa en las paredes de ambas fibras, pues adquiere un aspecto más pulverulento tras ser envejecido por radiación ultravioleta (tabla 81)

Tabla 81. Comparativa entre las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) de las paredes tras las roturas del tul de seda sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h. x700-x1000.



En la figura 112* se presenta la comparación entre los espectros IR del tul de seda sin envejecer y envejecido durante un ciclo de 72h por radiación ultravioleta. Se observa que se produce una leve disminución en la absorbancia IR de forma generalizada en todo el espectro, mientras aparece un hombro a 1738 cm^{-1} correspondiente a la banda IR del carbonilo (C=O) de un grupo ester, esto podría ser indicativo de que el polímero de la seda se está oxidando.

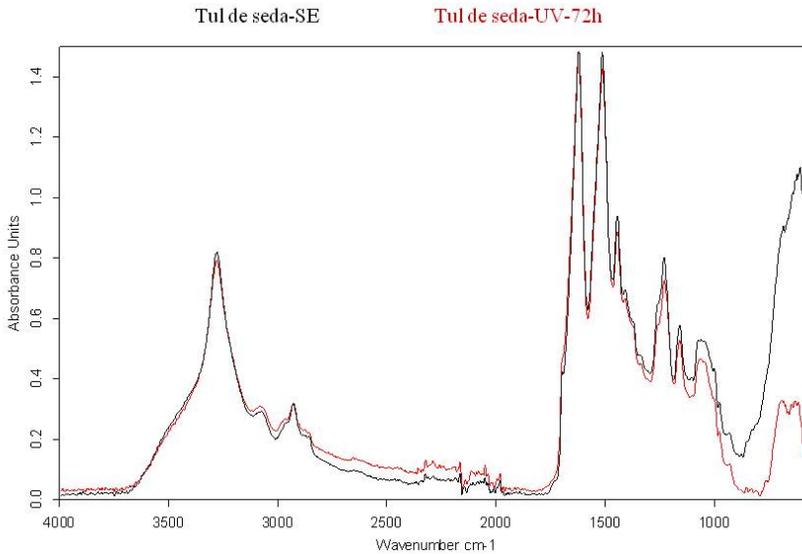


Figura 112. Espectros IR del tul de seda sin envejecer y envejecido 72h por radiación UV.

Estos cambios estructurales estarían en concordancia tanto con los cambios cromáticos (mayor amarilleamiento) como con los

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188

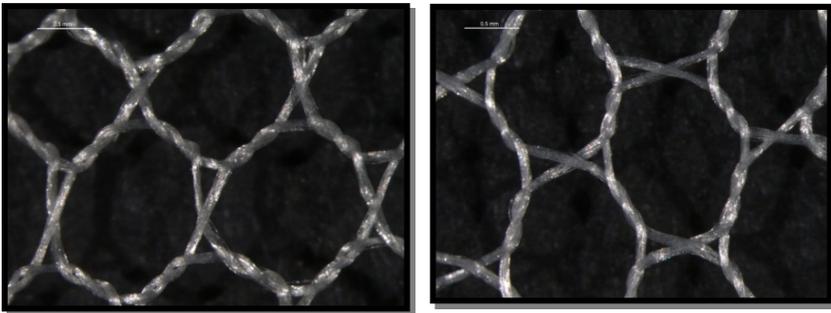


cambios sufridos por la fibra de tul de seda que se ha convertido en más quebradiza y menos elongable.

CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR CALOR SECO

En el caso de la exposición del tul de seda al calor seco, exhibe también una variación cromática muy acusada.

En este caso, al igual que en el caso anterior de exposición a la radiación ultravioleta, las TR y las UR varían cromáticamente de forma similar, obsérvese las ilustraciones 38 y 39, según estas no se distinguen cambios notorios, únicamente se aprecia un ligero “amarilleamiento”, que se hará más patente en las medidas con el espectrofotómetro de reflexión.



Ilustraciones 38-39. Microfotografías de la fibra de tul de seda: Izquierda, exposición de un ciclo de 72h en calor seco;x16 Derecha , sin envejecer.x16.

En la figura 114, se presenta la comparación llevada a cabo entre los espectros de reflectancia del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h). Se distingue cierta variación entre ambos espectros, aunque cabe señalar que esta diferencia, es menor a la observada en el caso del envejecimiento por radiación ultravioleta.



El tul de seda modifica de manera muy acusada su cromatismo al ser expuesto al calor seco, perdiendo el blanco óptico que presenta sin ser sometido al envejecimiento artificial acelerado por calor seco (figura 114).

El cambio cromático que se aprecia, varía de forma similar tanto en TR como en UR, por lo que la aplicación del tul de seda en los procesos de consolidación textil no experimentará cambios cromáticos distintos en ambas direcciones.

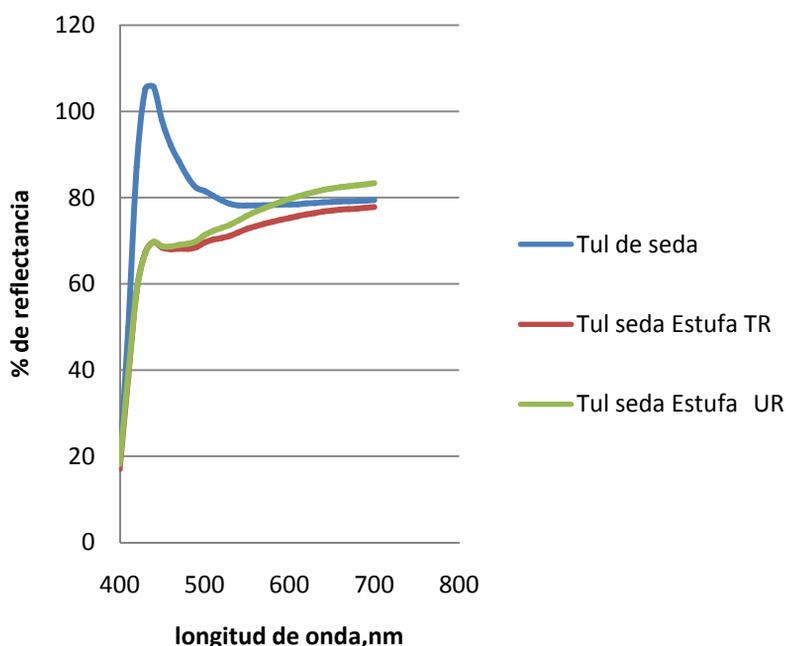


Figura 114. Espectro de reflectancia del tul de seda tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco.

Con el calor seco el tul de seda se oscurece con un diferencial ΔL^* de -3,3401, modificándose hacia tonalidades verdosas (a^* -2,2719), virando hacia el amarillo de forma drástica con un diferencial b^* de 14,89, eliminando el blanco óptico que se apreciaba en el espectro del tul de seda sin envejecer (tabla 82).



Tabla 82. Índices cromáticos del tul de seda sin envejecer y envejecido 72h por calor seco.

	SE	T	
L*	91,5623	88,2222	
a*	3,2991	1,0272	
b*	-9,8025	5,0904	
		-3,3401	ΔL*
		-2,2719	Δa*
		14,8900	Δb*
		15,4311	ΔEab*

El diferencial ΔE_{ab}^* muestra valores altos, 14,4311, que se traducen en una visibilidad de los cambios cromáticos muy notorio a simple vista.

Los cambios del tul de seda sufridos respecto a su capacidad de resistencia tras ser expuesto a calor seco, no son tan drásticos como los valores observados tras su exposición a la radiación ultravioleta, aunque los resultados señalan una disminución en resistencia del tejido (tabla 83).

En cuanto a las diferencias de variación entre TR y UR tras ser expuestas al calor seco, este les afecta de manera diferente. Por un lado, las TR disminuyen su capacidad de resistencia, sin embargo, en su capacidad de elongación experimentan un ligero aumento debido a la gran versatilidad del ligamento de punto. Por otro lado, las UR se mantienen de manera más constante en sus niveles de elongación y resistencia.



Tabla 83. Capacidad de resistencia del tul de seda sin envejecer y envejecido con calor seco en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		T	T	T
Tul de seda	Columnas	15,99	3,2	22,67
	Filas	24,06	4,81	19,43

F.H. resistencia a la rotura N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

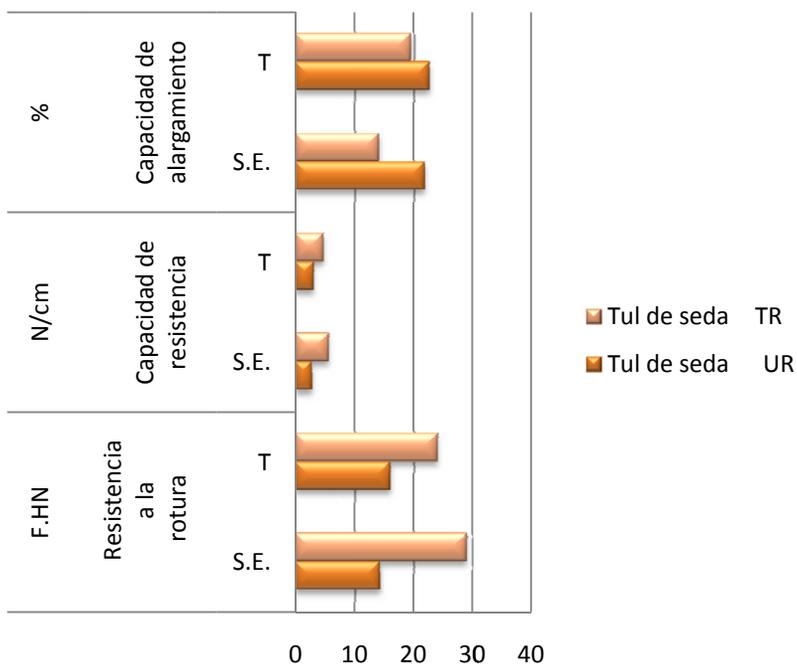


Figura 115. Valores de capacidad de resistencia del tul de seda sin envejecer y envejecida por calor seco (72h).

490



Al comparar las curvas de resistencia a la tracción del tul de seda, TR y UR sin envejecer y envejecido, se observa que son muy diferentes, así que se han adjuntado ambas curvas en TR y en UR comparadas con su igual sin envejecer.

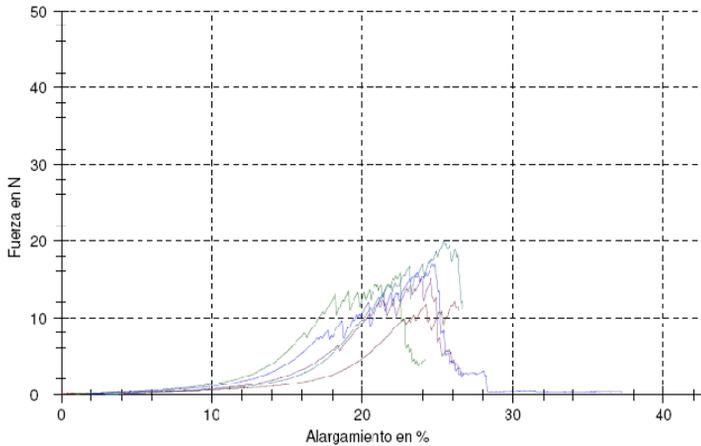


Figura 116.Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda UR envejecido con calor seco.

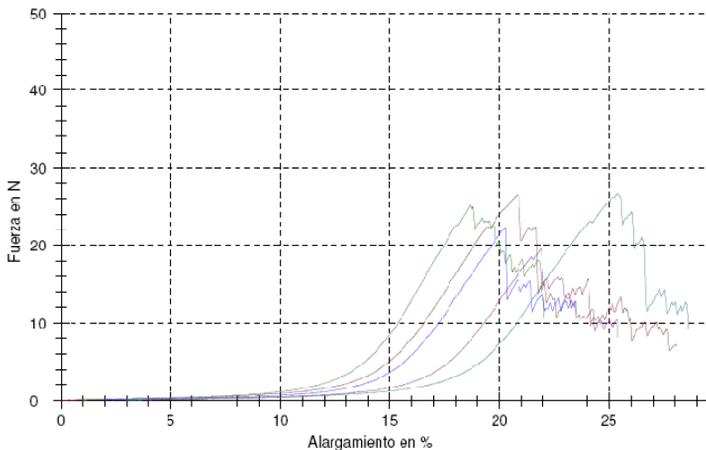


Figura 118.Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR envejecido con calor seco.

124



En las curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR se aprecia como pierde capacidad de resistencia durante todo el ensayo. La proyección de esa curva es muy aguda e irregular, que es indicativo de la aparición de las mini fracturas del tejido de red conforme se ejerce la presión sobre el ligamento, así que el resultado numérico enmascara el deterioro que le produce el calor seco, llegando incluso a invertir la curva y con valores de elongación irreales (figura 118).

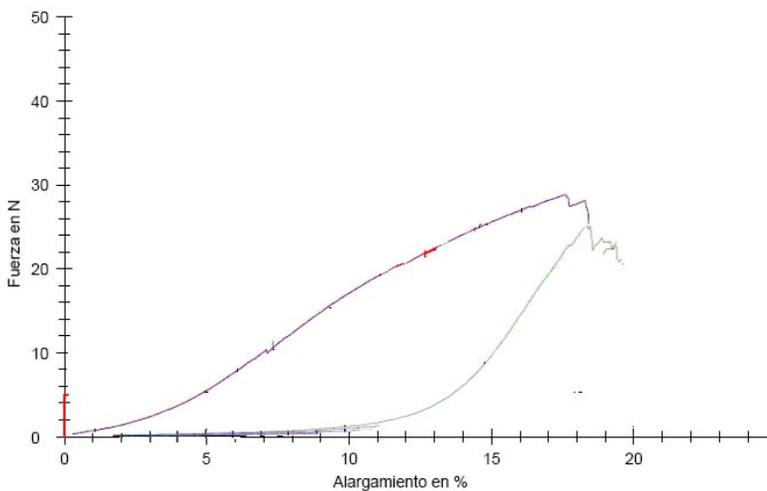


Figura 118. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR sin envejecer (línea azul oscura), y envejecido artificialmente con calor seco (línea azul clara)

La curva de resistencia a la tracción del tul de seda en UR, muestra que mientras que en sus valores numéricos no se modifica prácticamente sus valores, en ella se ve una curva invertida y muy aguda llegando a valores de elongación similares pero con muchos picos en descenso, indicativo de las mini-fracturas que tuvo antes de partir (figura 119).

492



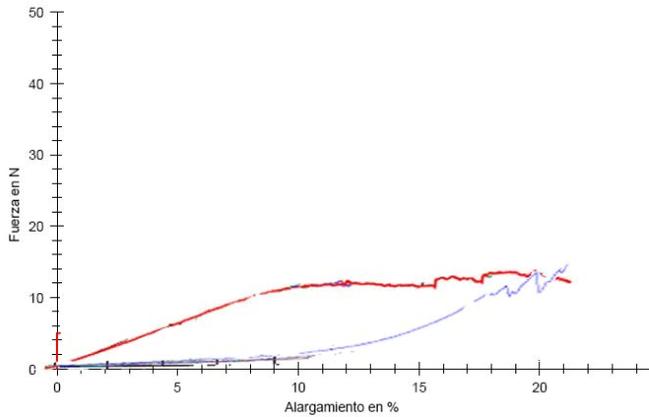
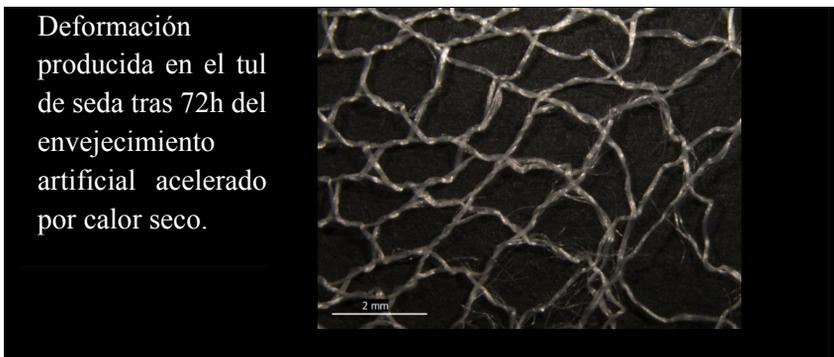


Figura 119. . Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda UR sin envejecer (línea roja) y envejecido artificialmente con calor seco (línea azul).

La observación de la rotura mediante el microscopio estereoscópico del tejido, indica que tanto sin envejecer como envejecido por calor seco sufre la misma alteración. Además, se rompen de forma similar en TR y UR manteniendo el mismo efecto de fractura ya citado anteriormente (tabla 84).

Tabla 84. Microfotografías de la rotura del Tul de seda sometido a un envejecimiento por calor seco de 72 h. x8.

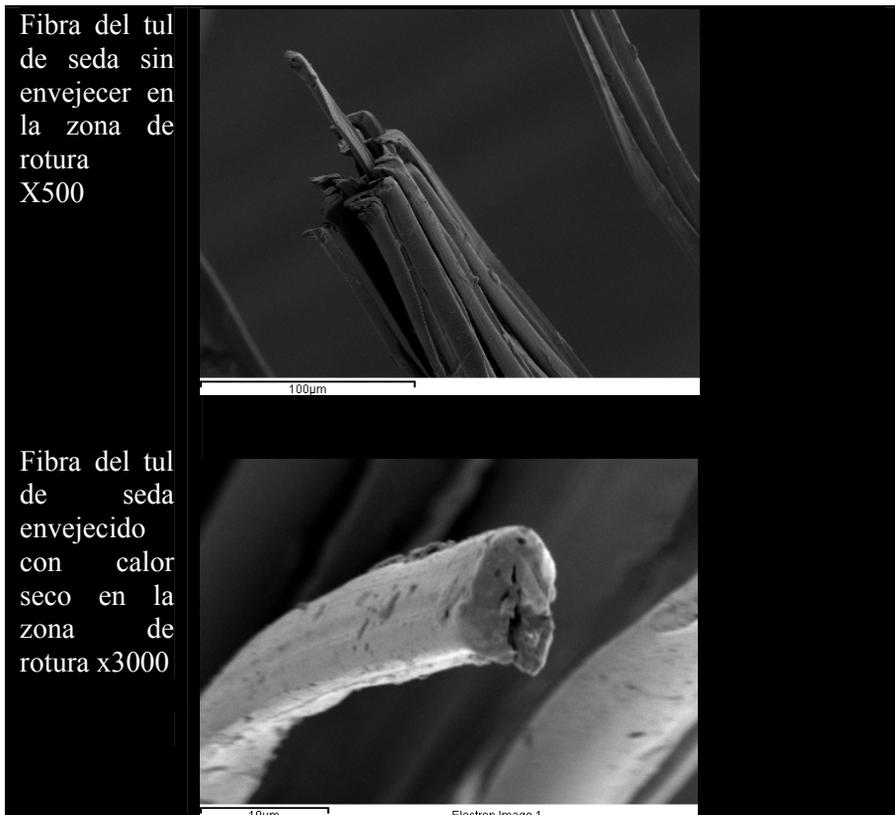


493



Si se adquieren las imágenes con (SEM) del tul de seda envejecido por calor seco, en la zona de fractura se puede observar una fibra con un interior denso pero con un aspecto más pulverulento que la tersura de la fibra sin alterar, con un leve agrietamiento de la materia interna en la fractura, a diferencia del tul de seda sin envejecer que tiene el aspecto de materia estirada y deformada causada por el estiramiento (tabla 85).

Tabla 85. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas en el tul de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h) x500- x3000.

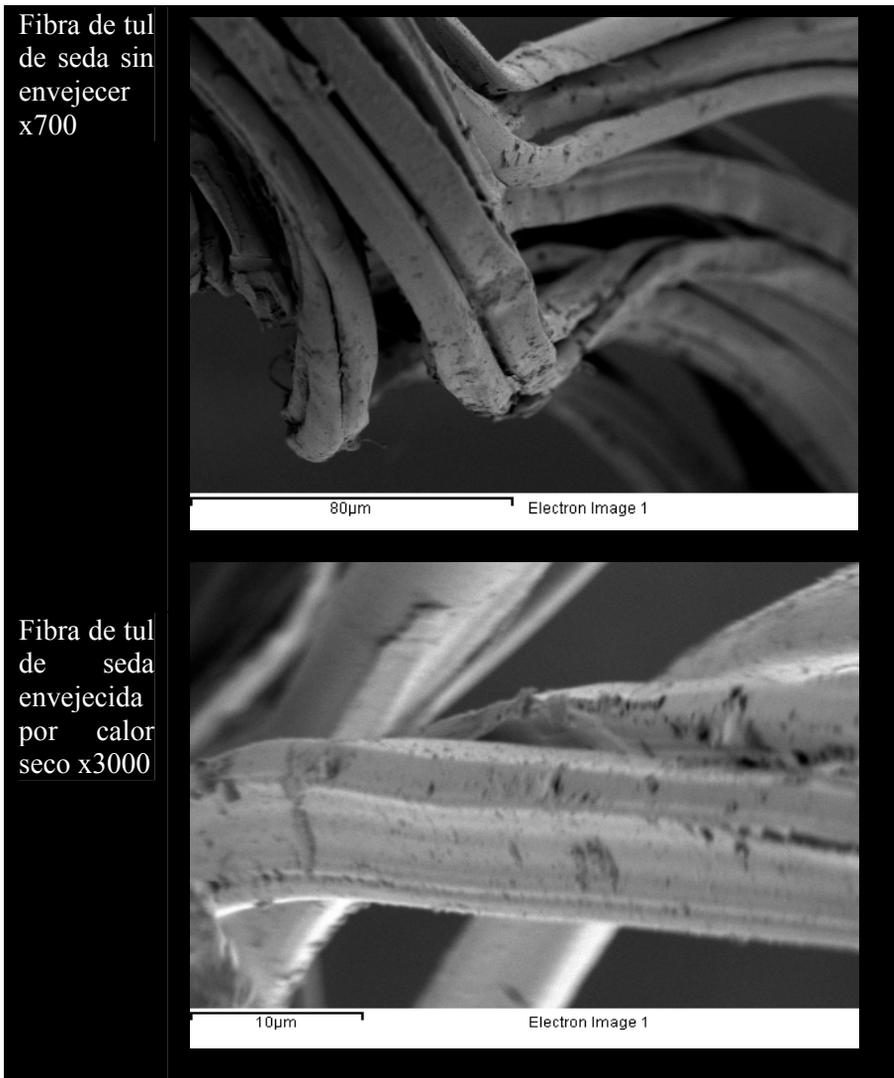


494



El aspecto de la fibra envejecida con calor seco es de una superficie más pulverulenta pese a que se mantiene lisa, aunque no tan pulida como sin envejecer, pero no alcanza los extremos de la alteración provocada por la radiación ultravioleta.

Tabla 86. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor seco (72h) x700-x3000.



495



El tul de seda tras ser envejecido 72h en calor seco, prácticamente se podría indicar que ha sufrido cambios estructurales muy leves, puesto que se observa una mínima disminución en la absorbancia del perfil del espectro.

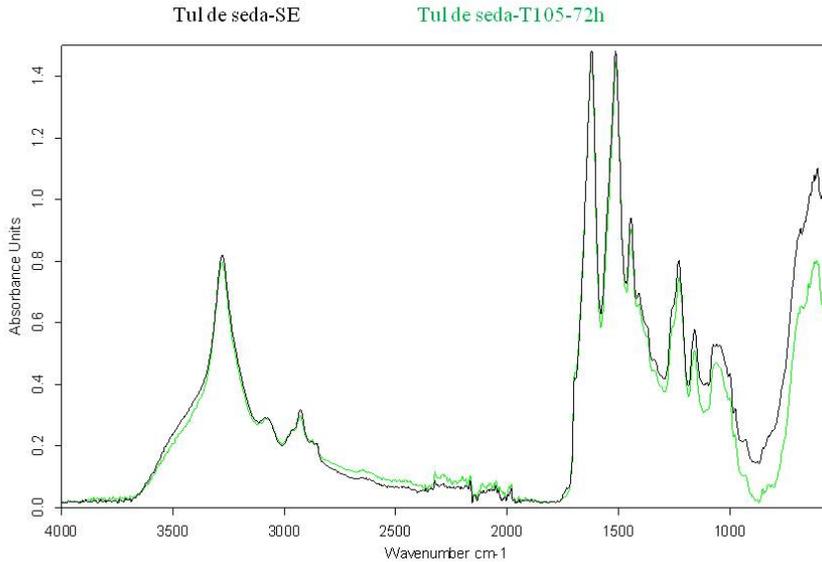


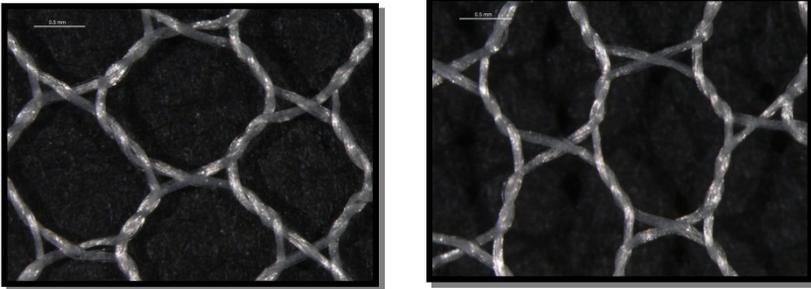
Figura 120. Espectros IR del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor seco 72h

496



CAMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR CALOR HÚMEDO

El ensayo cromático señala que de los tres procesos de envejecimiento artificial acelerado a los que ha sido sometido el tul de seda, el envejecimiento por calor húmedo es el que lo altera en menor medida cromáticamente. Las microfotografías mostradas en las ilustraciones 40 y 41 así lo indican.



Ilustraciones 40 -41. Microfotografías: Izquierda, Tul de seda tras 72h expuesto a calor húmedo, x16 Derecha tul de seda sin envejecer,x16.

De igual manera, los espectros del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo obtenidos mediante el reflectógrafo de reflexión, muestran que se produce un solapamiento entre ellos, por lo que sus variaciones son mínimas (figura 121) sin perder el blanco óptico que tiene sin envejecer, a diferencia del resultado de exponerlo a calor seco y radiación ultravioleta.



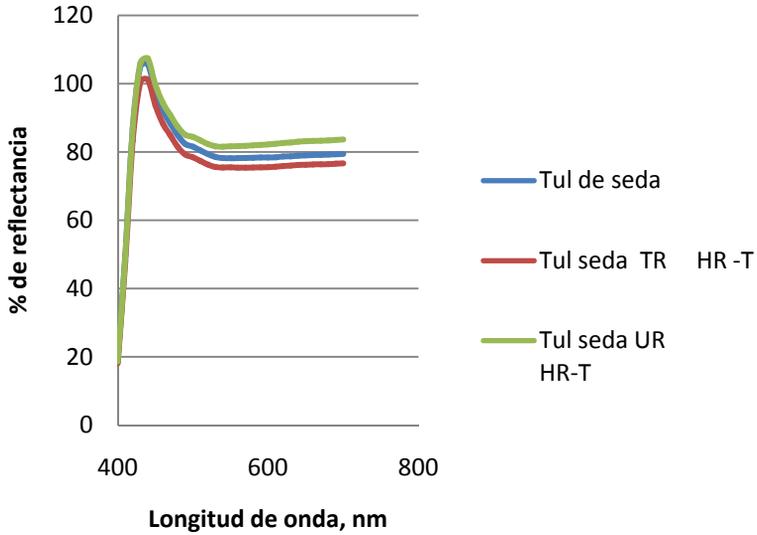


Figura 121 Comparativa de espectros de reflectancia del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo.

Las variaciones cromáticas, como se ha apuntado, son muy leves, disminuyendo sus niveles de luminosidad en ΔL^* -1,3347 y no variando prácticamente nada en sus ejes a^* y b^* (tabla 87).

Tabla 87. Índices cromáticos del tul de seda sin envejecer y envejecida por calor húmedo

	SE	HR-T	
L*	91,5623	90,2276	
a*	3,2991	3,2013	
b*	-9,8025	-9,3585	
		-1,3347	ΔL^*
		-0,0978	Δa^*
		0,4444	Δb^*
		1,4101	ΔE_{ab}^*



El diferencial ΔE_{ab} da un valor de 1,4101 lo que hace ver que este cambio cromático es levemente apreciable.

En los ensayos de tracción del tul de seda en columnas aumenta su capacidad de resistencia y mantienen su capacidad de elongación, mientras que las TR experimentan valores de elongación más altos y disminuyen su capacidad de resistencia de forma muy leve.

Tabla 88. Capacidad de resistencia del tul de seda sin envejecer y envejecido con calor húmedo en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		HR-T	HR-T	HR-T
Tul de seda	UR	19,58	3,92	21,93
	TR	28,16	5,63	21,63

F.H. nresistencia a la rotura N/cm:capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

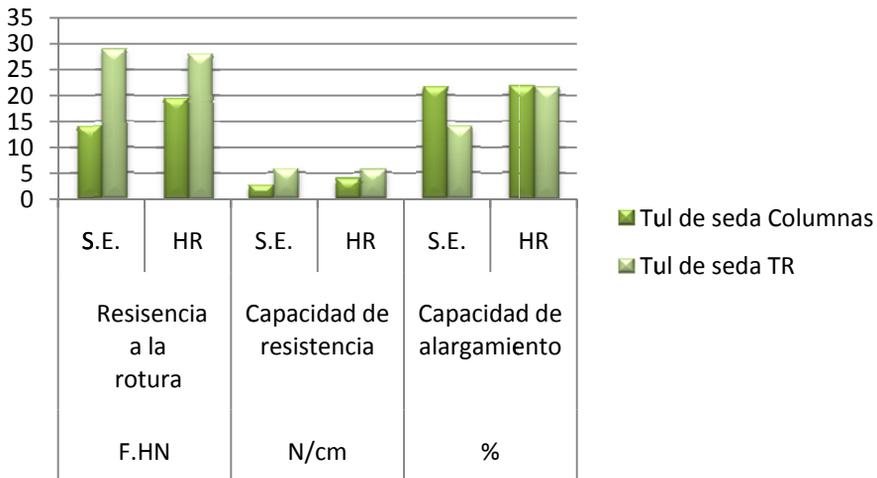


Figura 122. Ensayos de tracción del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo en un ciclo de 72h.

499
237



Las TR en comparación con las UR, una vez envejecidas mediante el calor húmedo, incrementan su capacidad de elongación en mayor medida haciendo que las distancias en % que las separaban se igualen (figura 123).

En las curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR envejecido con calor húmedo y sin envejecer, vemos como la fibra aumenta su capacidad de elongación y como alcanza picos de resistencia similares a sin envejecer, debido a una posible rehidratación de la fibra (figuras 124-125).

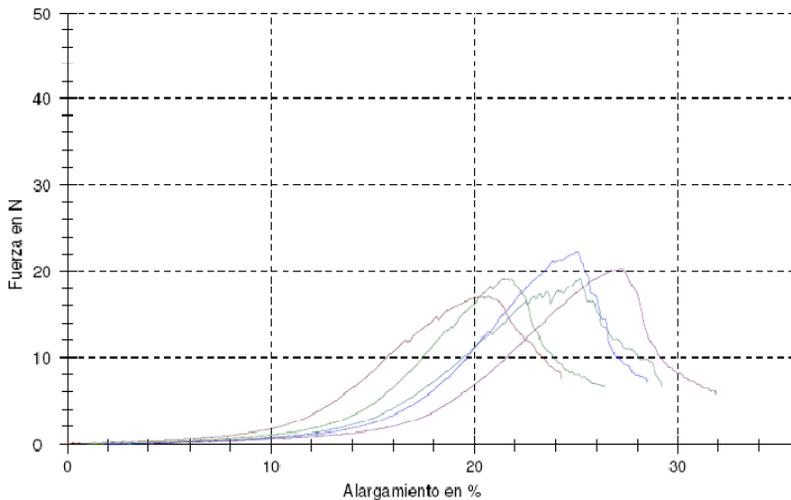


Figura 123. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda UR envejecido con calor húmedo.



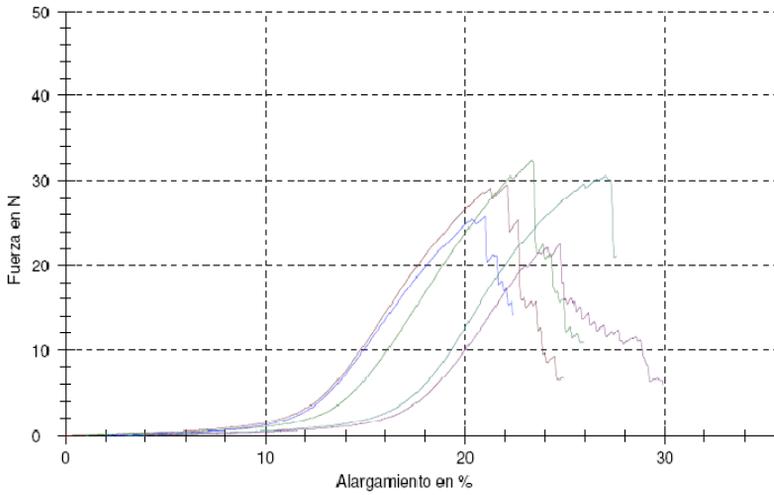


Figura 124. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR envejecido con calor húmedo.

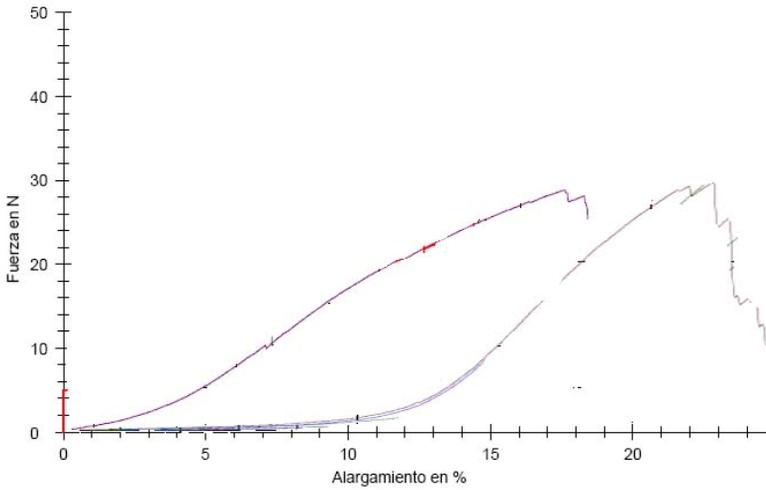


Figura 125. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda TR sin envejecer (línea azul oscuro) y envejecido artificialmente con calor húmedo (línea azul claro).



Como muestra la curva de resistencia del tul de seda en UR envejecido por calor húmedo y sin envejecer, su capacidad de resistencia aumenta alcanzando picos más altos y su capacidad de elongación se mantiene (figura 126).

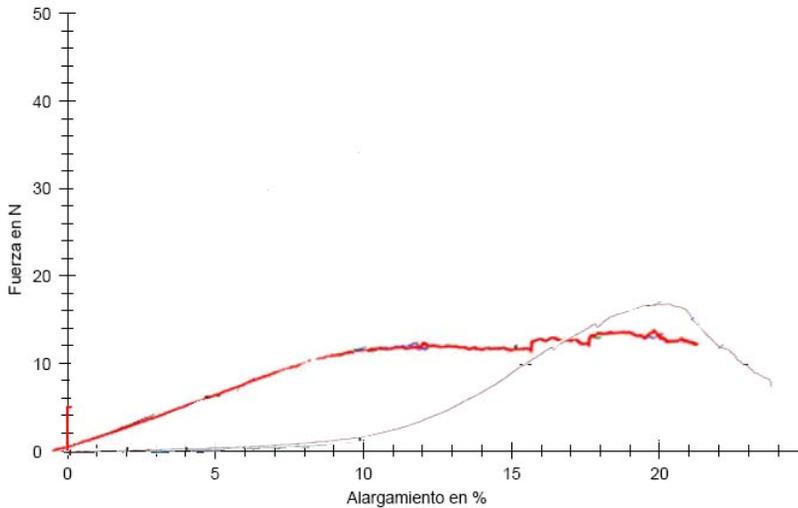


Figura 126. Curvas de resistencia a la tracción del tul de seda UR sin envejecer (línea violeta) y envejecido artificialmente con calor húmedo (línea azul).

Es curioso como al comparar las curvas de resistencia del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo en las dos direcciones del ligamento, no varía el hecho de ser las TR la dirección del tejido que más capacidad de resistencia tiene, pero si se modifica su capacidad de elongación hasta alcanzar los niveles del tul de seda UR.

La exposición del tul de seda al calor húmedo aumenta sus capacidades de resistencia y elongación, por lo que se podría afirmar que la exposición del tul de seda al calor húmedo, en las condiciones del test, mejoraría el estado de resistencia del tejido (figura 127).

502



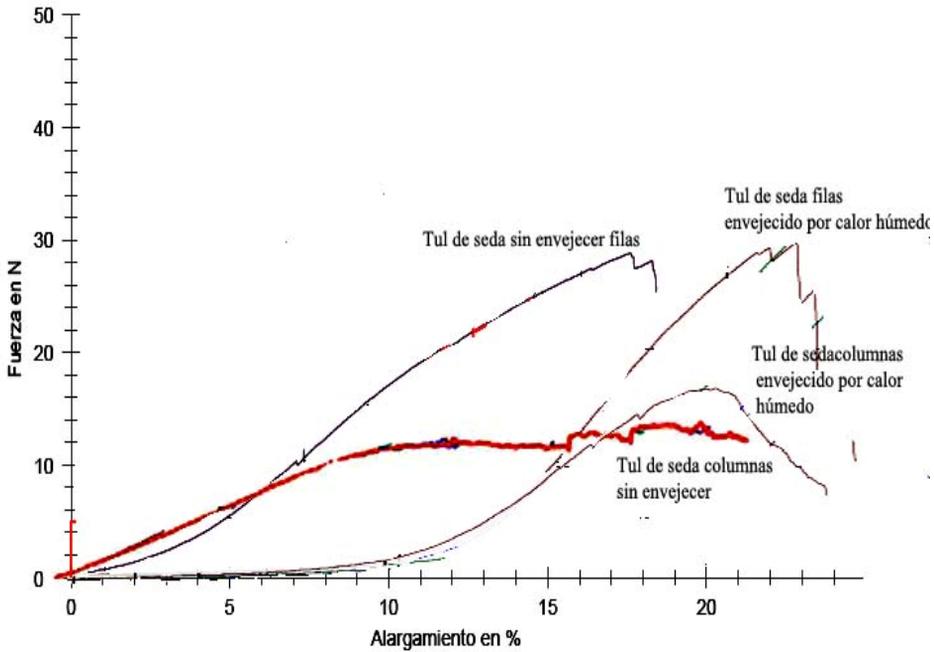


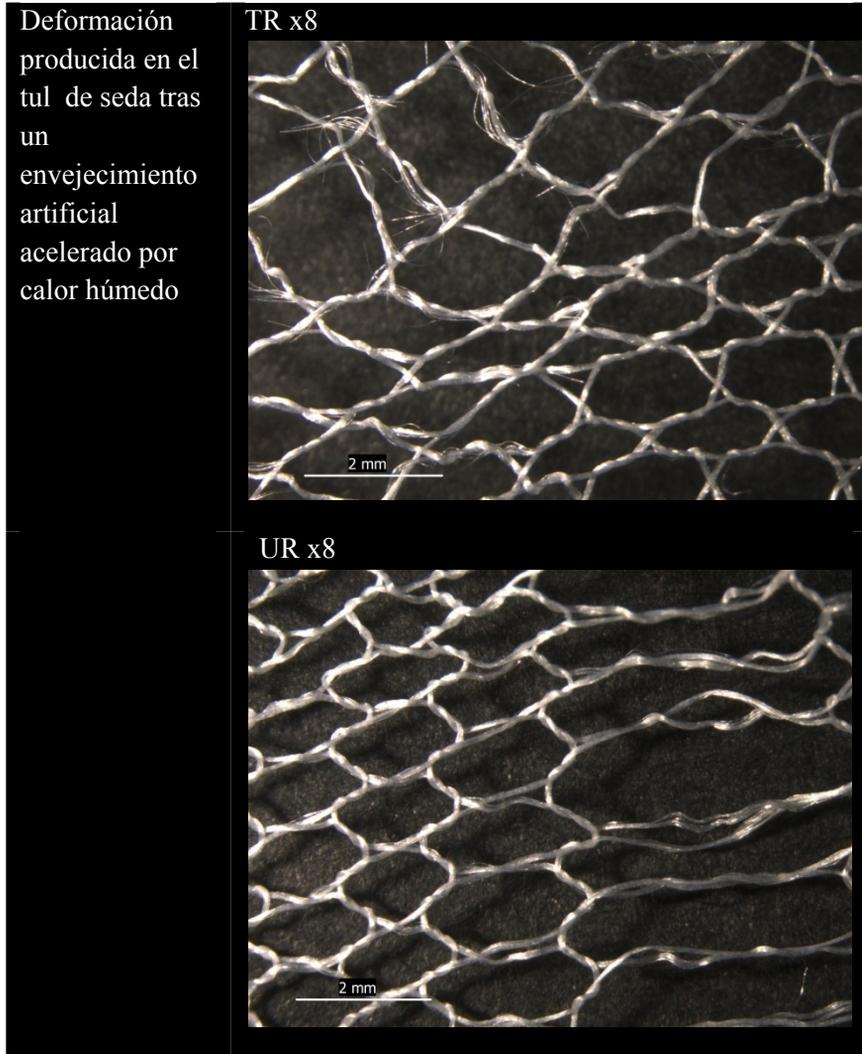
Figura 127. Curvas de resistencia a la tracción tul de seda envejecido por calor húmedo y sin envejecer en TR y UR.

La deformación que produce la rotura no presenta ninguna anomalía diferente a las producidas con los otros procesos de envejecimiento, ni con el tul de seda sin envejecer (tabla 89).

Las deformaciones que se producen en el ligamento son similares a las deformaciones que se produjeron en TR y UR sin envejecer. Deformando el ligamento antes de la fractura de forma generalizada por casi todo el tejido, distorsionando el tejido de punto conforme aumenta la tensión de rotura, hasta acabar en una fractura y un amasijo de hilos sin ligamento visible (tabla 89).

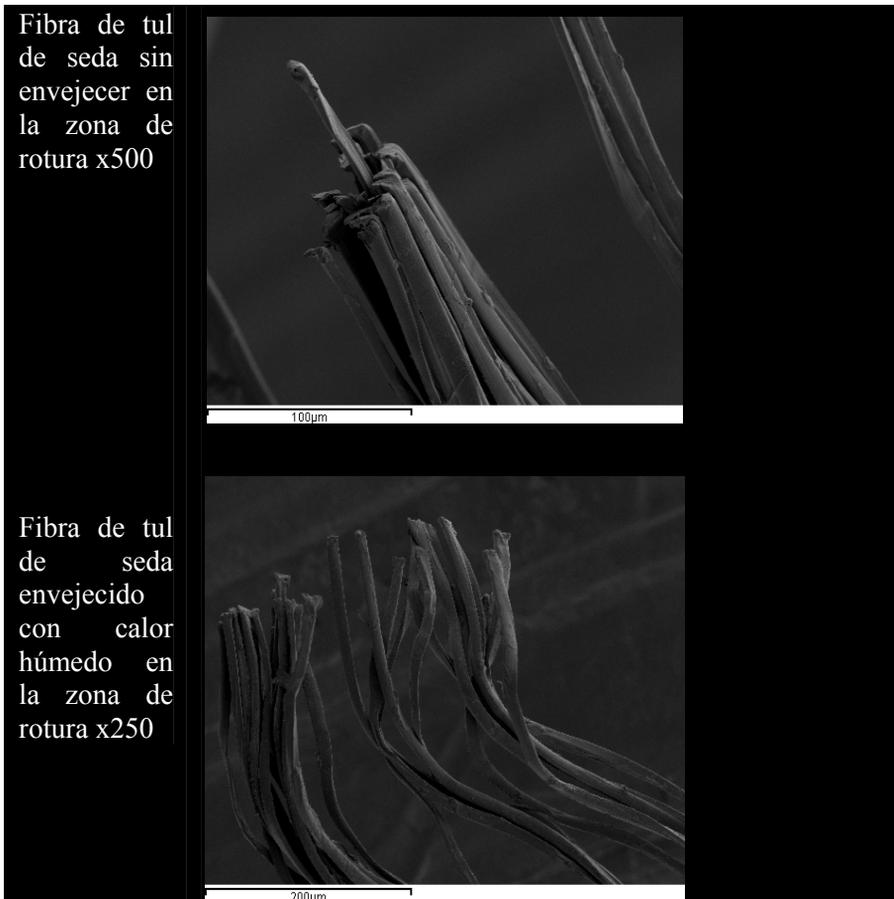


Tabla 89. Microfotografías de las roturas del tul de seda sometido a un envejecimiento por calor húmedo, x8.



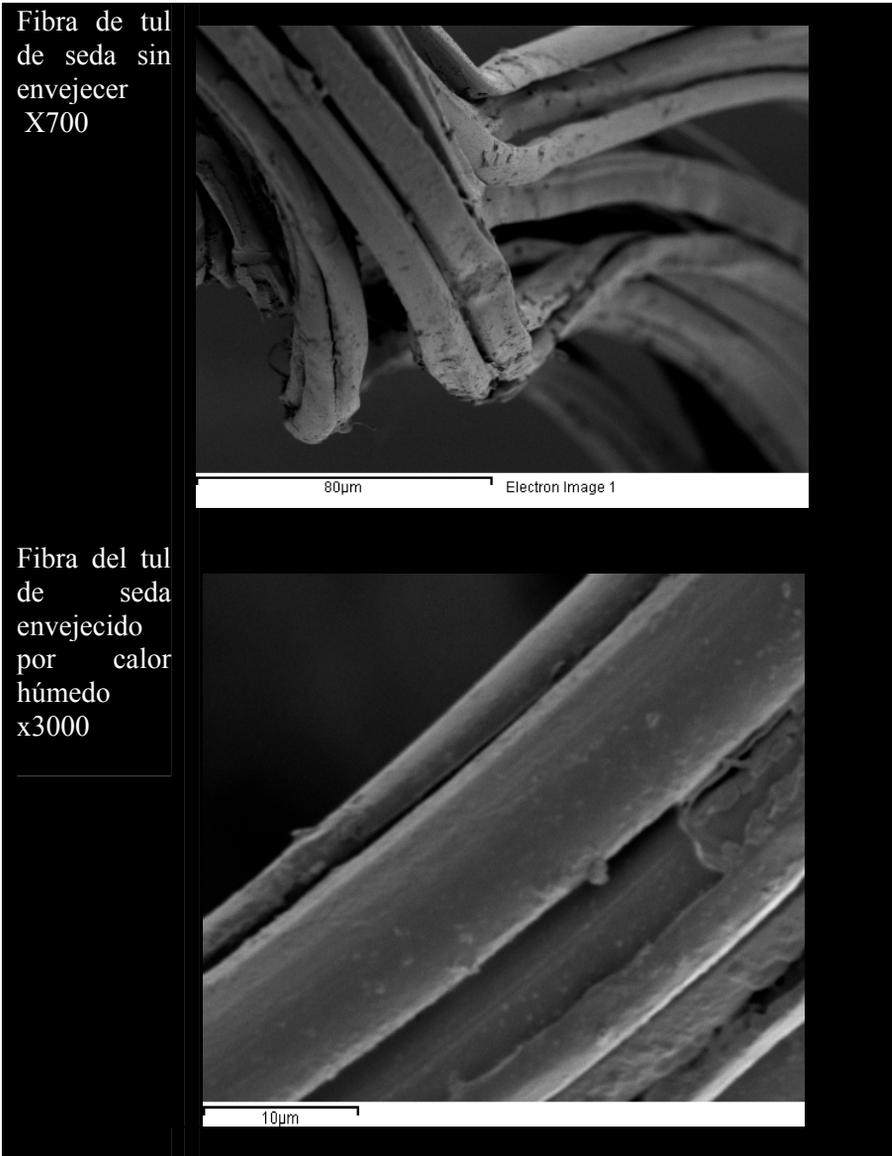
La fibra del tul de seda tras el proceso de envejecimiento acelerado por calor húmedo presenta niveles de degradación menores que los obtenidos mediante los anteriores procesos de envejecimiento, al ser observadas con el SEM, la rotura se ve como una fibra densa en su interior como sin envejecer y con la deformación producida por un estiramiento (tabla 90).

Tabla 90. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), 20 μm -Comparativa entre roturas del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo, x500-x250.



Del mismo modo, se observa que la fibra del tul de seda está más lisa y tersa que sin envejecer (tabla 91).

Tabla 91. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), Comparativa entre roturas del tul de seda sin envejecer y envejecidas por calor húmedo, x700-x3000.



El estudio de los cambios estructurales sufridos en la fibra de seda del tul, tras ser sometido a un ciclo de 72h en calor húmedo se presenta en la figura 127. Es posible observar que este tipo de envejecimiento prácticamente no lo altera, observándose también como en el caso del calor seco, una leve disminución de la absorbancia del perfil espectral.

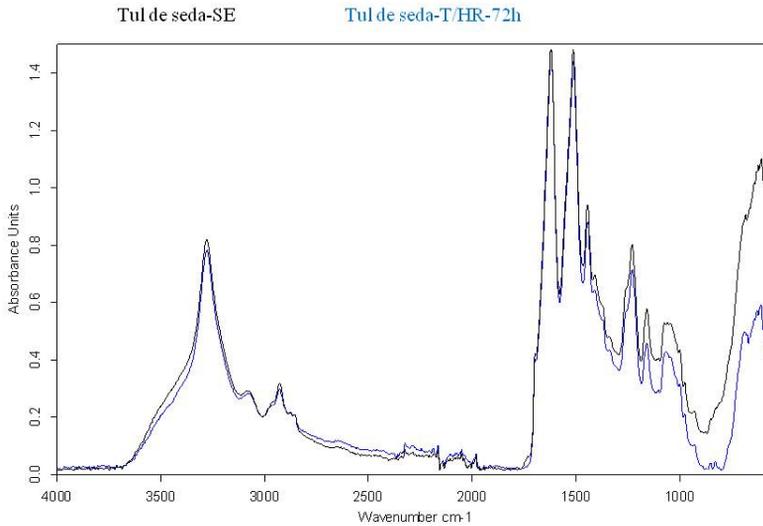
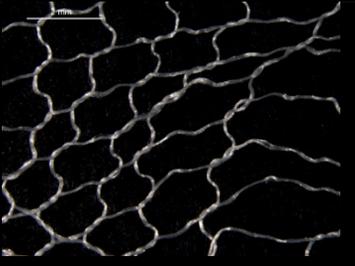
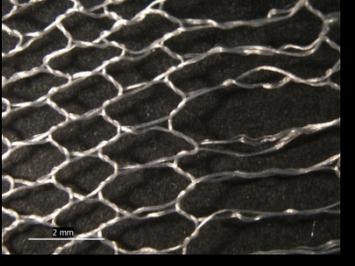
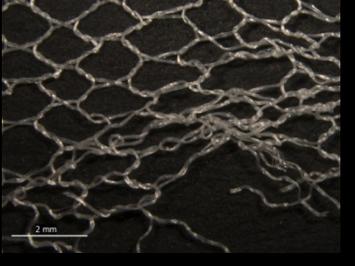
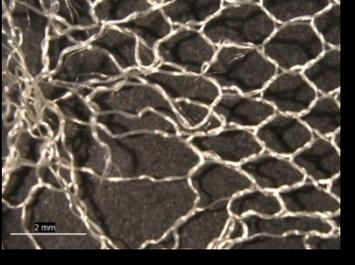
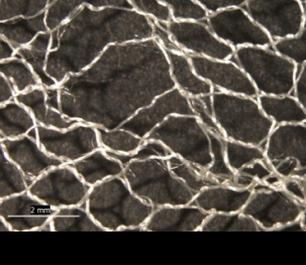


Figura 127. Espectros infrarrojos del tul de seda sin envejecer y envejecido por calor húmedo (72h)



TABLAS RESUMEN

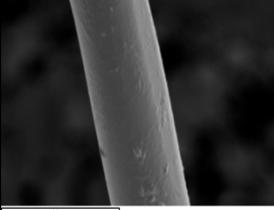
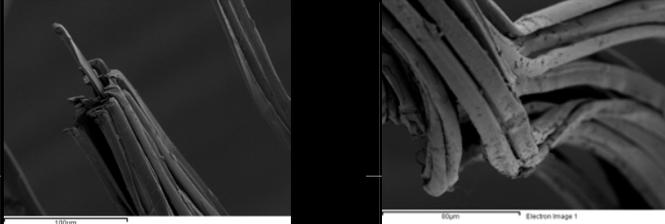
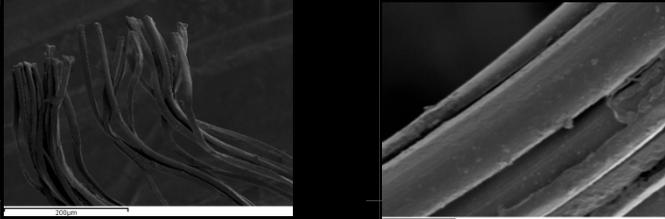
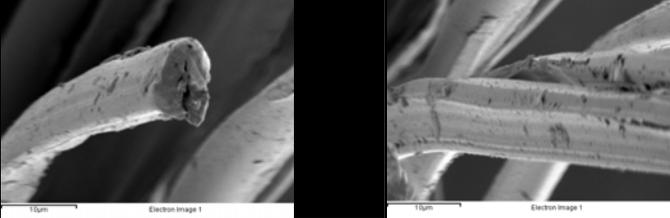
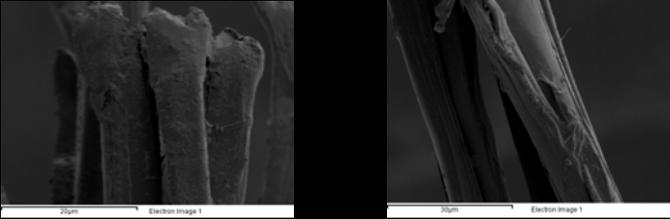
Tabla 92. Microfotografías del tul de seda, los procesos de rotura con sus diferentes envejecimientos artificiales acelerados, en TR y UR

Tratamiento realizado	TR	UR
Sin envejecer x8		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo x8		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco x8		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta x8		

508



Tabla 93. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), del tul de seda de los procesos de rotura sin envejecer y con los diferentes envejecimientos artificiales acelerados.

Tratamiento realizado	Rotura	Superficie de la fibra
Sin ser sometida a tracción x2500		
Sometida a tracción dcha. x700. Izq. x500		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo. Dcha. x3000. Izq. x250		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco. x3000		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta Dach. X1000. Izq. X3000.		

509



La comparativa de los espectros colorimétricos del tul de seda sin envejecer y sometido a los tres procesos de envejecimiento, indica que la alteración cromática más acusada, es la resultante de la exposición a la radiación ultravioleta, lo que evidencia un notable cambio cromático hacia el “amarilleamiento”. En la actualidad este hecho se intenta controlar en el momento de exponer o almacenar las obras de arte textil.

Estos resultados demuestran lo sensible que es la seda natural frente a la radiación ultravioleta y a las temperaturas altas y secas (105°C) a ciclos de 72h. (figura 128).

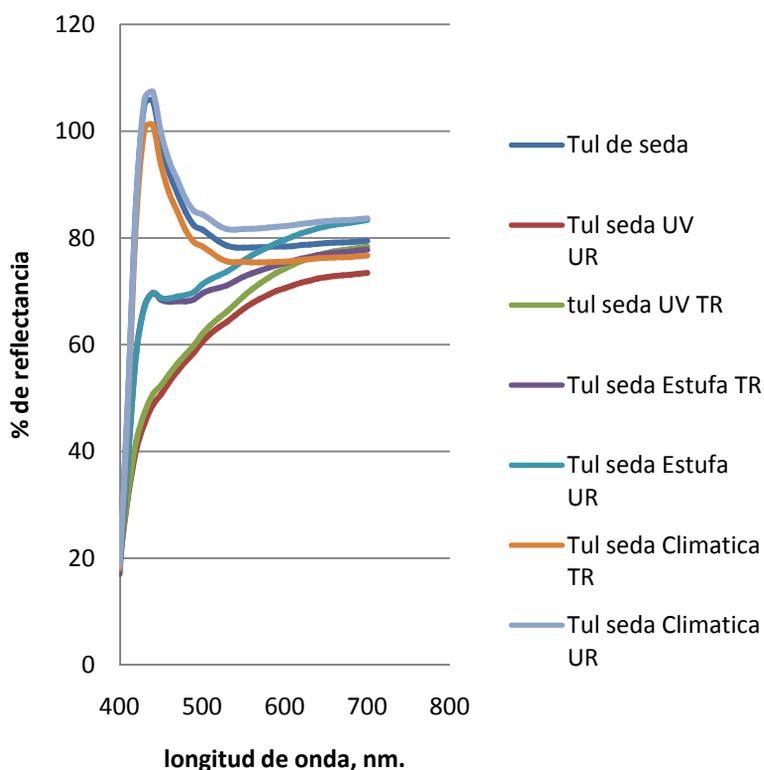


Figura 128. Espectros de reflectancia del tul de seda sin envejecer y envejecido por un ciclo de 72h con radiación ultravioleta o calor seco o calor húmedo.



En cuanto a lo referente de los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos, tabla 94, en la que se recopilan los valores del tul de seda sin envejecer y envejecidos. Los valores de resistencia a la tracción del tul de seda se ven afectados por la radiación ultravioleta de forma drástica.

Tabla 94. Comparativa de resistencia del tul de seda en sus tres procesos de envejecimiento

		F.HN				N/cm				%			
		SE	HR	T	UV	SE	HR	T	UV	SE	HR	T	UV
Tul seda	Col.	14,21	19,58	15,99	10,72	2,64	3,92	3,21	2,14	21,79	21,93	22,67	21,11
	Filas	29,01	28,16	24,06	12,62	5,81	5,63	4,81	2,52	14,05	21,63	19,43	14,53

F.H. resistencia a la rotura

N/cm: capacidad de resistencia

%. capacidad de elongación

S.E.: Sin envejecer

HR: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo

T: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco

UV: Cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta

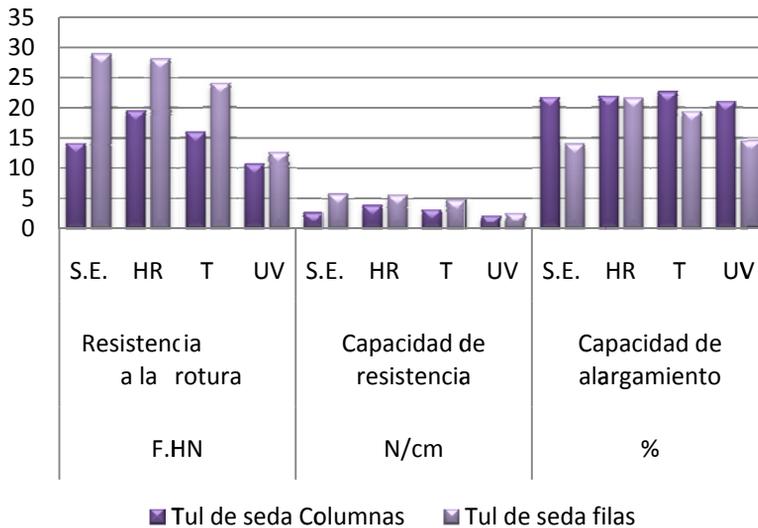


Figura 129. Ensayos de tracción del tul de seda sin envejecer y envejecido en sus tres procesos de envejecimiento acelerado en un ciclo de 72h.

En las curvas de resistencia del tul de seda TR se aprecia el elevado grado de degradación sufrido por las fibras de seda tras ser envejecido con radiación ultravioleta, perdiendo capacidad de resistencia y elongación (Figura 130).

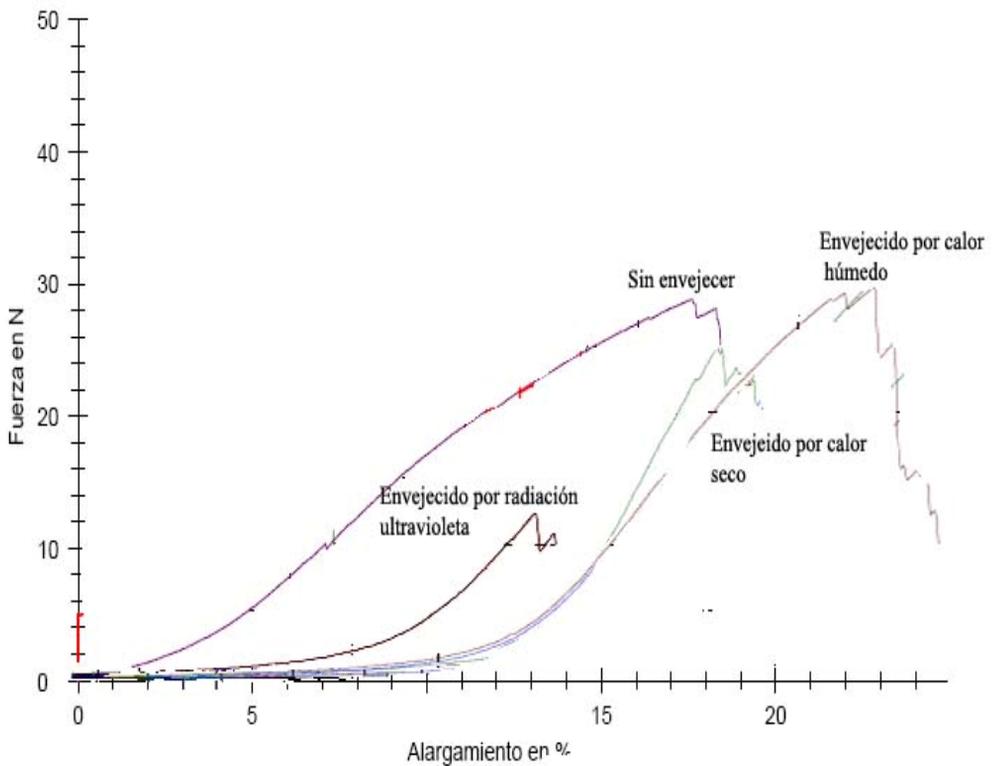


Figura 130. Curvas de resistencia del tul de seda TR en sus procesos de envejecimiento

En UR, la degradación no es tan acusada, pero existen valores que disminuyen de forma drástica, como su capacidad de resistencia frente a la radiación ultravioleta principalmente (figura 131).

512



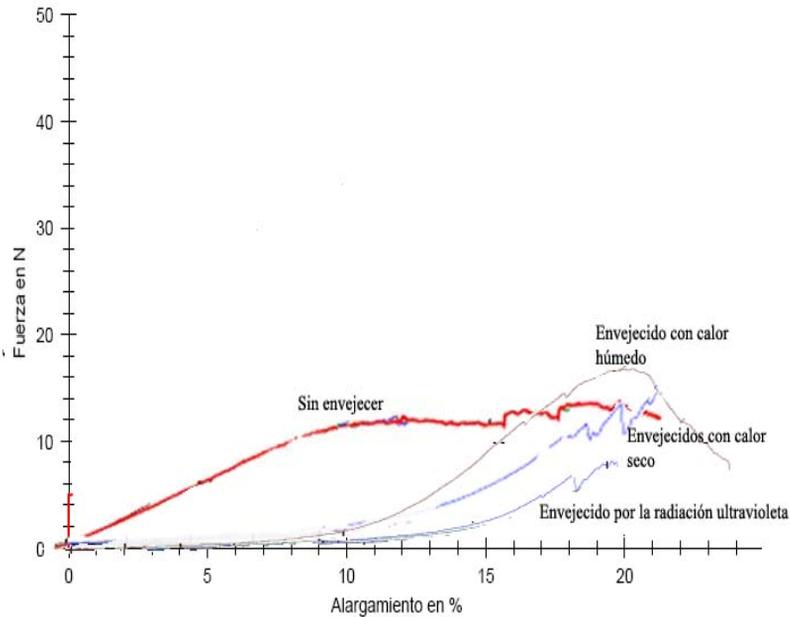


Figura 131. Curva de resistencia del tul de seda UR en sus procesos de envejecimiento.

De manera general, en la figura 132 se puede observar que los cambios estructurales sufridos por la fibra de seda del tul tras ser envejecido por los distintos factores de degradación no son acusados, dado el gran parecido entre todos los espectros IR. Sin embargo, si los observamos con más detalle, por un lado, la zona de la banda de la amida I (figura 133), se aprecia un ligero desplazamiento de la banda hacia valores mayores en el caso del envejecimiento por la radiación UV, mientras que en la zona del esqueleto hidrocarbonado del polímero (aprox. $1400-1000\text{ cm}^{-1}$) (figura 134), se observa una disminución en su absorbancia, lo que indica una degradación del polímero.



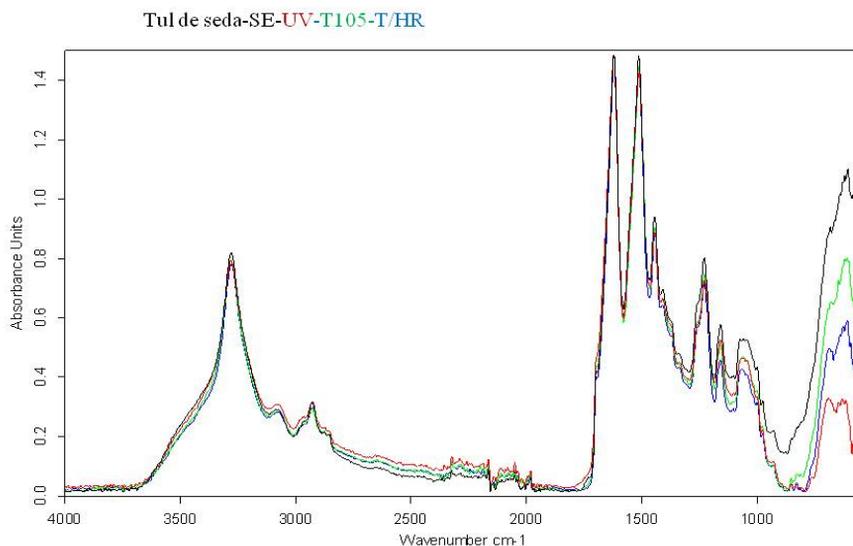


Figura 132. Espectros IR del tul de seda sin envejecer y envejecidos en un ciclo de 72h por radiación ultravioleta, calor seco (105°C) y calor húmedo (T/HR).

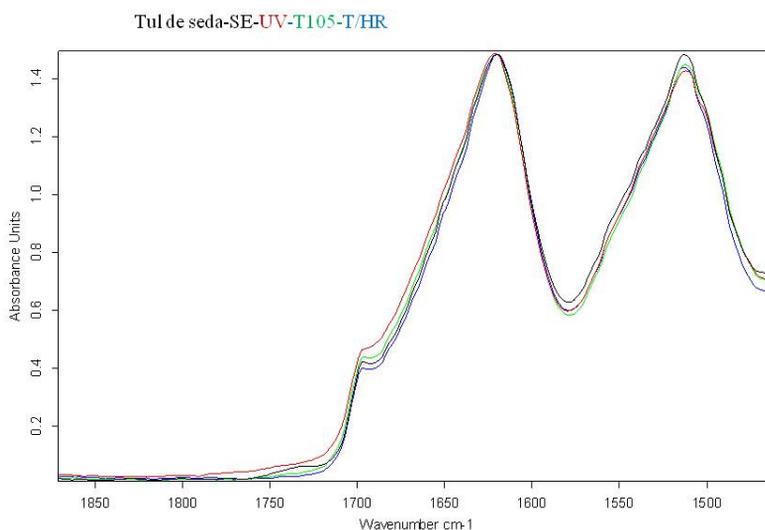


Figura 133. Detalle de la zona de la banda de la amida I.



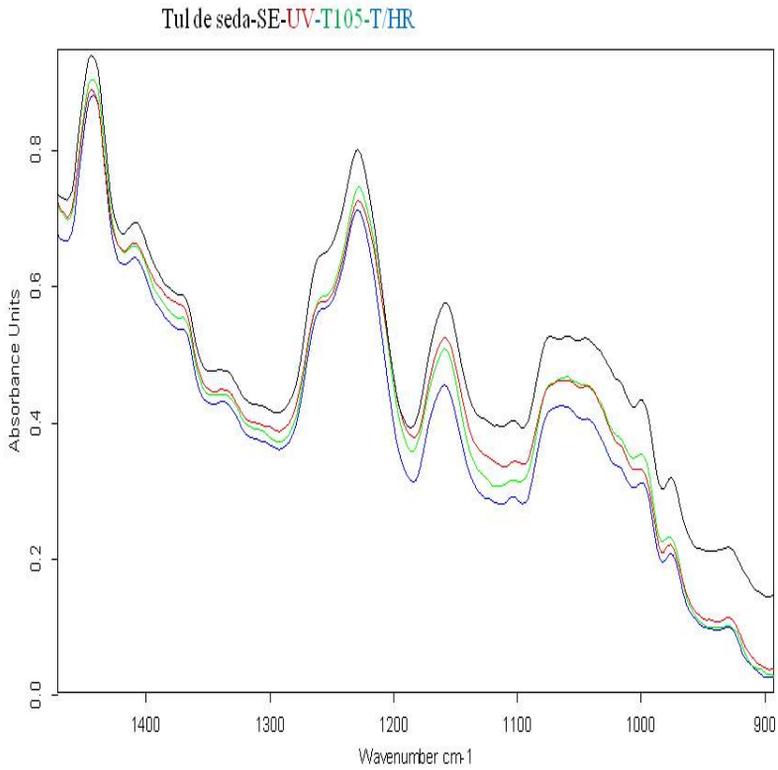


Figura 134. Detalle de la zona de la banda de la amida I. (T/HR).

Tabla 95 Grado de cristalinidad del tul de seda

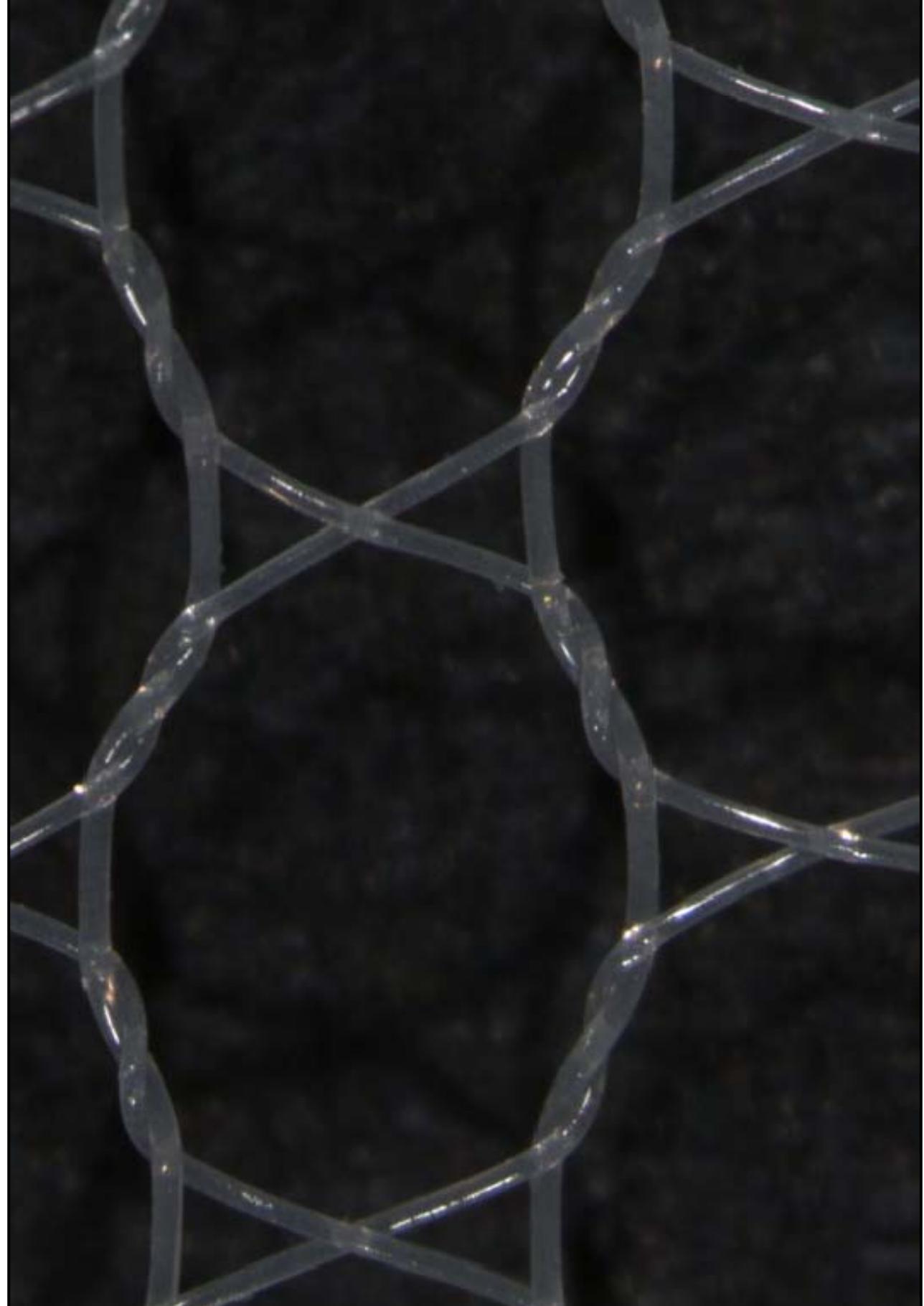
Tul de seda	I_{1234} , (Abs)	I_{1261} , (Abs)	Grado de Cristalinidad, I_{1261} / I_{1234}
SE	0,0810	0,0636	0,7852
UV-72h	0,0580	0,0445	0,7672
T105C-72h	0,0530	0,0403	0,7604
T HR-72h	0,0650	0,0504	0,7754



Con el cálculo del grado de cristalinidad* del polímero proteico (I_{1264} / I_{1230}) del Tul de seda sin envejecer y tras ser sometido a los tres tipos de envejecimiento artificial acelerado se pone de manifiesto este comportamiento. Se comprueba que se cumple que en los tres casos su valor es menor al del tejido sin envejecer, por lo que estos tres factores de degradación le afectan de idéntica manera, convirtiéndolo en un polímero más amorfo, menos cristalino y por tanto, más elongable.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188





MONOFILAMENTO DE NYLON

El monofilamento de nylon es un tejido de punto, con una densidad similar entre UR y TR de ligamento de red.

Tiene un peso de 0.00103 g/cm².

Su observación con el microscopio estereoscópico corrobora que se trata de un filamento que constituye el tejido de punto (ilustración 42).

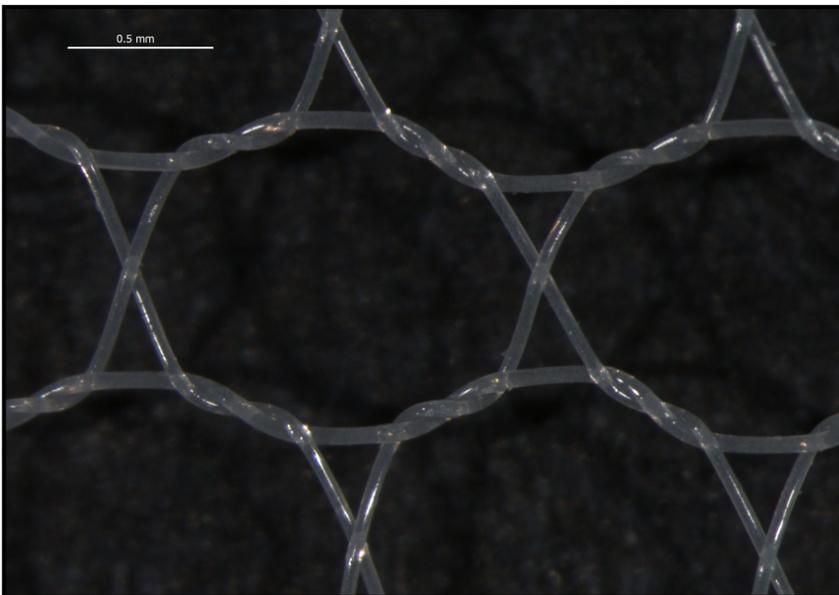


Ilustración 42 .Microfotografía del monofilamento de nylon, x16.



La obtención mediante SEM de la imagen de electrones retro dispersados del hilo del monofilamento de nylon sin envejecer muestra una superficie lisa y pulida (ilustración 43).

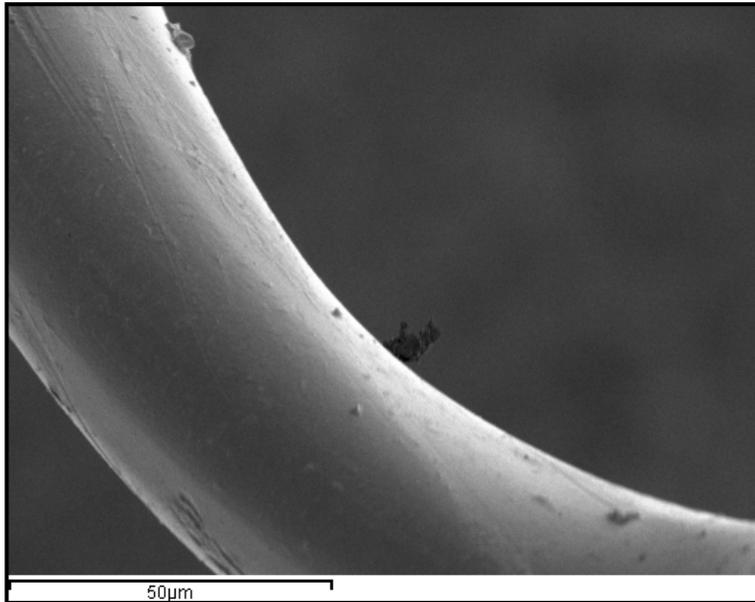


Ilustración 43. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del monofilamento de nylon sin envejecer y sin exponer a fuerzas mecánicas, x1000.

En primer lugar, comenzaremos indicando sus coordenadas en el espacio CIELab en su estado sin envejecer (tabla 96), obtenidas con las probetas n° M.S.E.T.5 y M.S.E.T.5.

Estos valores revelan que el monofilamento de nylon es un tejido con un índice de luminosidad elevado, con unos valores de variación en los ejes a^* y b^* muy leves, lo que prácticamente no proporciona cromatismo vinculante ni hacia tonos rojizos, azulados, verdosos o amarillentos.



Tabla 96. Valores de las coordenadas L*a*b* (CIELab) del monofilamento de nylon sin envejecer.

Nombre	Estado	L*	a*	b*
Monofilamento de nylon	SCI/100	86,3923	-0,9049	0,7187

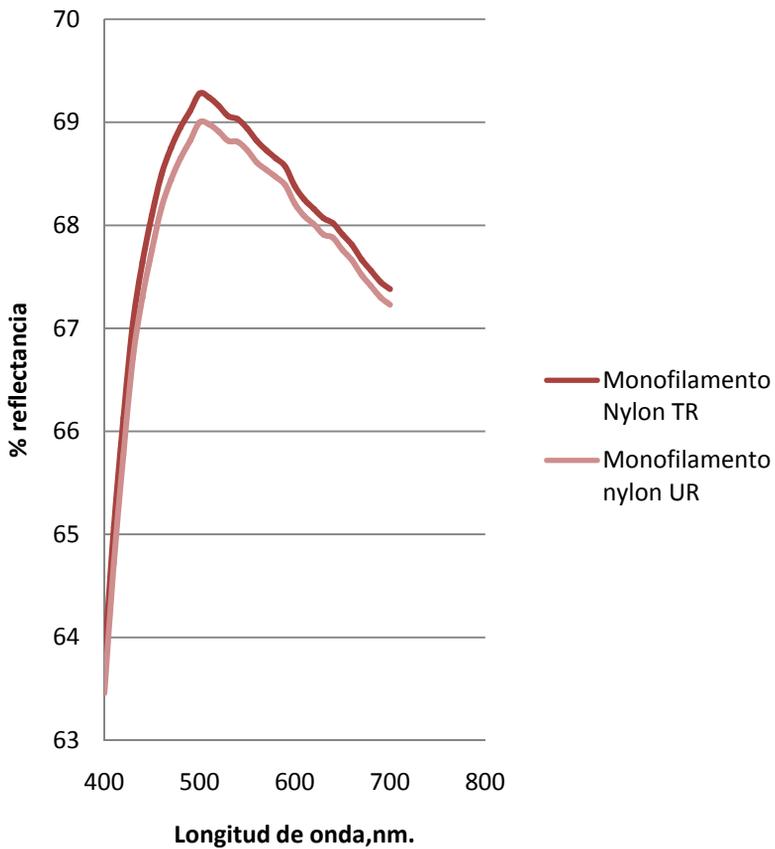


Figura 133. Espectro de reflectancia del monofilamento de nylon sin envejecer.

520



Respecto a su capacidad de resistencia se corrobora que, las TR tienen mayor capacidad de resistencia que las UR, sin embargo, la capacidad de elongación en TR y en UR es similar a diferencia del tul de seda. (tabla 97).

Tabla 97. Resultados de la resistencia a la tracción del monofilamento de nylon. Mediciones realizadas en las probetas M.S.E.T.5 y M.S.E.T.5

Material		FH.N	N/cm	%
		S.E	S.E	S.E.
Monofilamento de nylon	UR	14,81	2,96	24,72
	TR	65,46	13,09	27,55

F.H. resistencia a la rotura N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

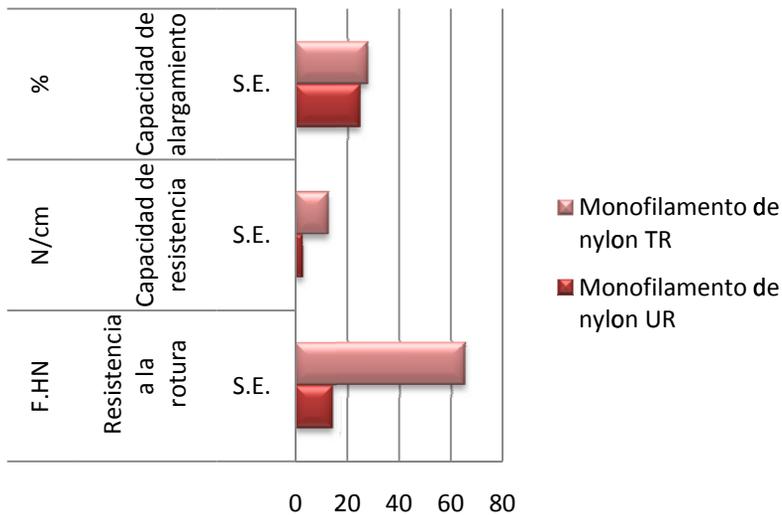


Figura 134. Capacidad de resistencia del monofilamento de nylon sin envejecer en TR y UR, midiendo la resistencia a la rotura, su capacidad de resistencia y sus niveles de elongación.

52.1



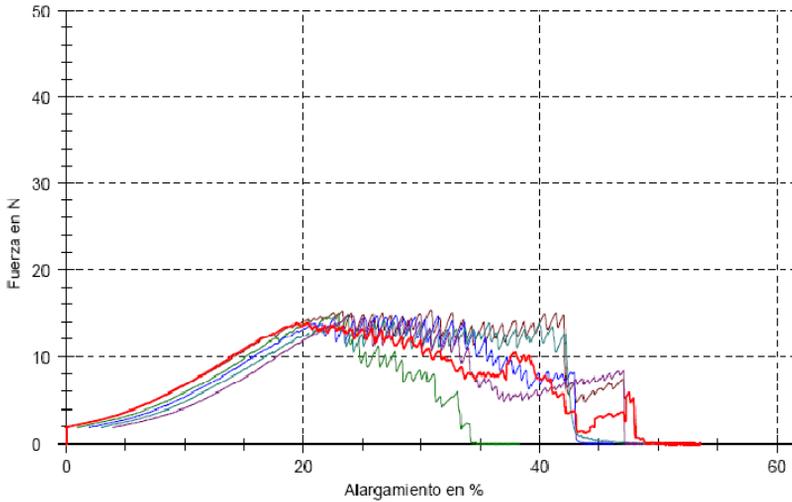


Figura 135. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon en UR sin envejecer.

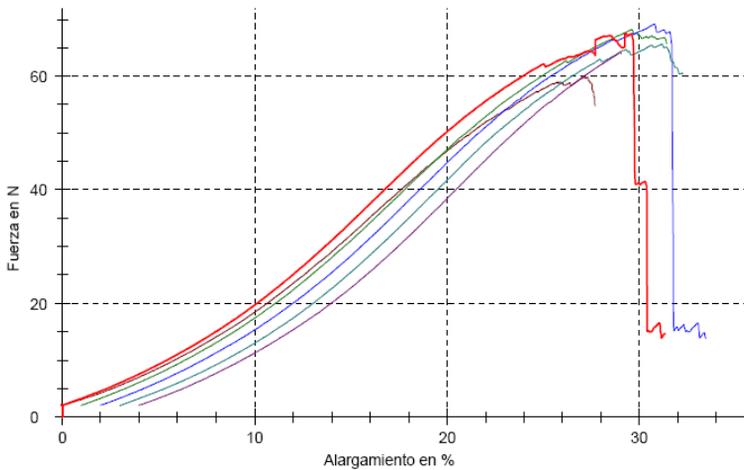


Figura 136. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon en TR sin envejecer.

522



En la figura 137 se comparan ambas curvas de resistencia. Se podría afirmar que las UR tienen la misma capacidad de elongación que las TR, pero no su gran capacidad de resistencia.¹

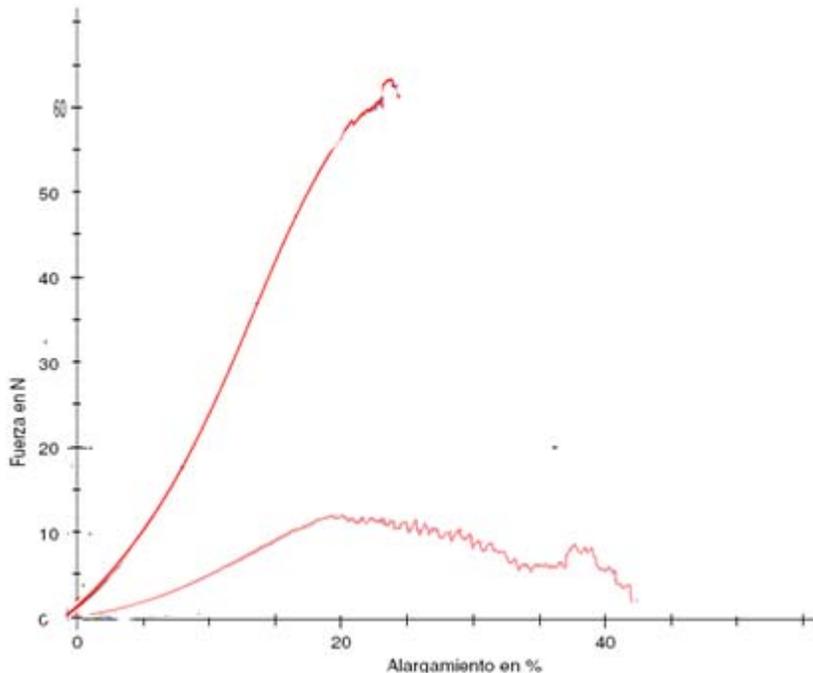


Figura 137. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon en TR (línea roja) y UR (línea rosa).

El resultado de las roturas permite observar el comportamiento del monofilamento de nylon tras momentos de estrés extremo. En la tabla 98 se exponen las microfotografías en las que se aprecia cierta diferencia entre las fracturas en TR y en UR del ligamento.

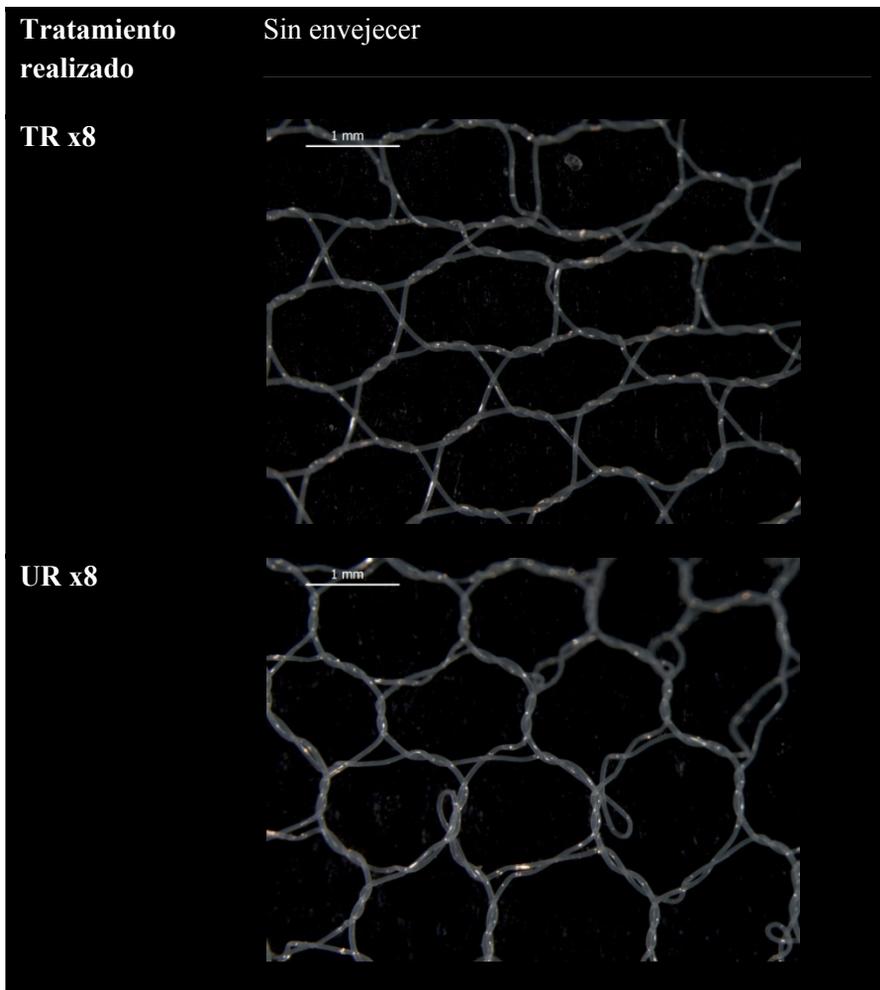
¹ Valoramos el índice de alargamiento hasta que llega al punto más alto de la curva, a partir de allí la fractura es evidente.

523



El ligamento del monofilamento de nylon, sólo se deforma de manera evidente en la zona de rotura, manteniéndose bastante regular en el resto del tejido, donde el estrés de la rotura no lo ha estallado con el estrés de la rotura, sin embargo, en la dirección de las UR, estas exhiben un estado de deformación del ligamento de punto más acentuado que en las TR.

Tabla 98. Microfotografías de las roturas del monofilamento de nylon sin envejecer en TR y UR, x8.



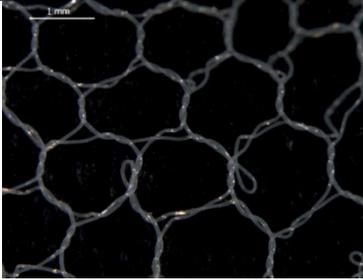
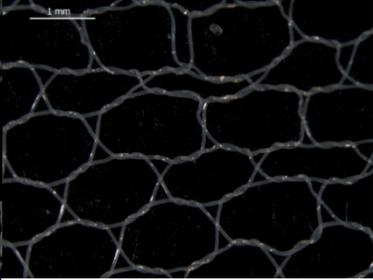
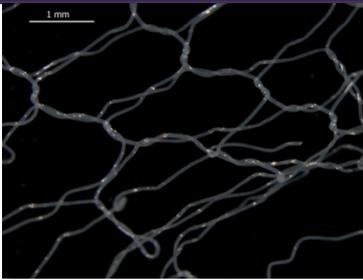
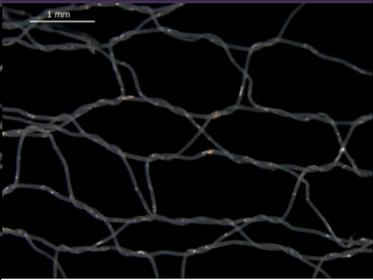
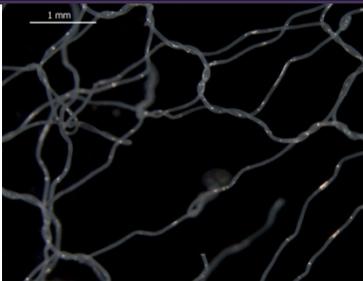
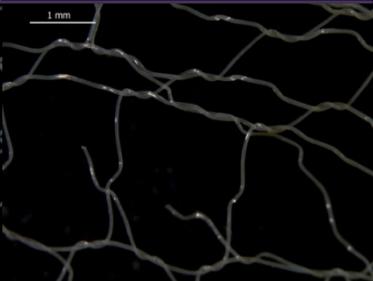
524



g-Resultados y discusión. Monofilamento de nylon.

Con el fin de observar la capacidad de deformación de este tejido antes de su fractura, se presentan unas microfotografías de su proceso de rotura del monofilamento de nylon.

Tabla 99. Proceso de rotura del Monofilamento de nylon paso a paso, sin envejecer.

Ligamento	UR x8	TR x8
1ª fase de rotura		
2ª fase de rotura		
3ª fase de rotura		

52.5



En la imagen de electrones retrodispersados (SEM) (ilustración 44) se aprecian diferencias entre el hilo del monofilamento de nylon antes y después de su rotura, mostrando la deformación en las zonas de cruce del ligamento, tras la fractura del tejido.

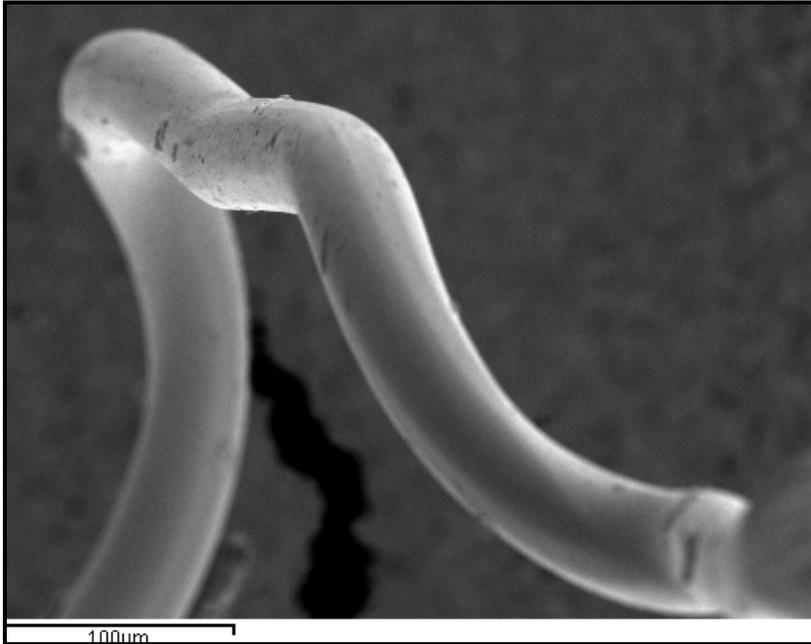


Ilustración 44. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del monofilamento de nylon sin envejecer tras una rotura, x33.

Por otro lado, el aspecto del extremo roto del hilo del monofilamento de nylon presenta una masa densa en su interior que está deformada por el estiramiento (ilustración 45).

526



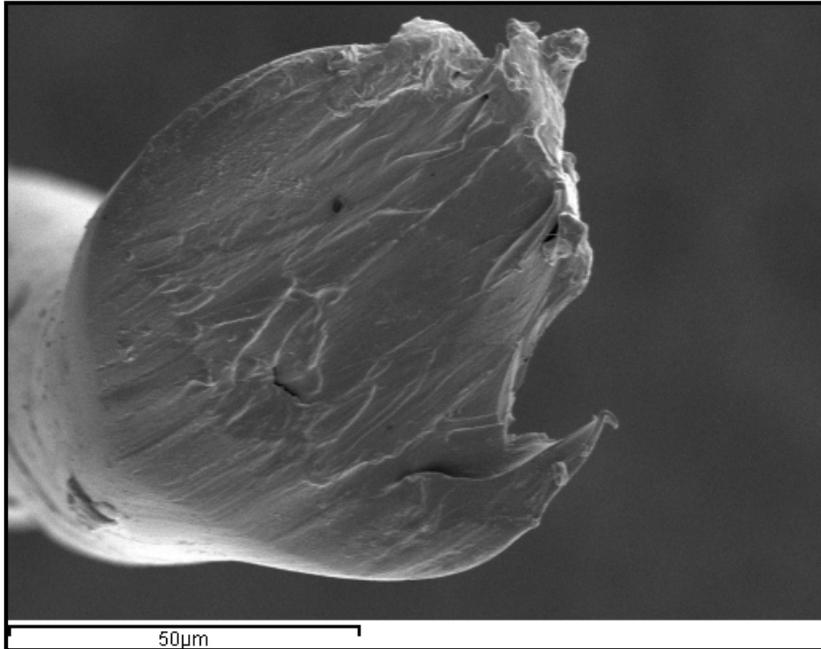


Ilustración 45. Imagen de electrones retrodispersados (SEM) del extremo del hilo del monofilamento de nylon sin envejecer tras una rotura, x1000.

La determinación de la estructura química mediante FTIR-ATR del tejido de monofilamento de nylon indica que se trata de una poliamida sintética, dada la agudeza e intensidad de sus picos característicos (figura 138 y tabla 100).

527



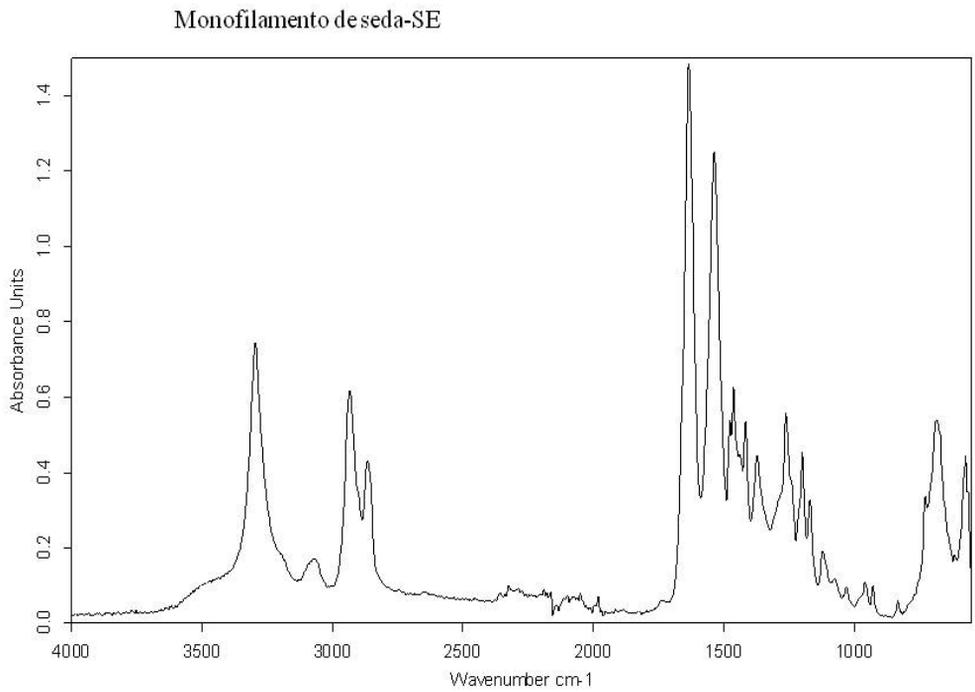


Figura 138. Espectro IR del monofilamento de nylon sin envejecer.

528



Tabla 100. Identificación de las bandas IR *del monofilamento de nylon sin envejecer

Monofilamento de nylon	
$\lambda(\text{cm}^{-1})$	ASIGNACIÓN Y COMENTARIOS
3508	Vibración de tensión asociada al grupo NH
3298	Vibración de tensión asociada al grupo OH
3195	Vibraciones de tensión del grupo CH terminal
3062	Vibr. tensión C-H
2934	Vibr.tensionantisimetrica de $-\text{CH}_2$ del cuerpo hidrocarbonado
2862	Vibr.tensionantisimetrica de $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$ del cuerpo hidrocarbonado
1734	Vibración de tensión asociada al grupo C=O de un ester
1630	Vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amida primaria
1534	Vibración de flexión asociada al grupo N-H en una amina secundaria (R-NHR')
1475	Vibr.flexionsimetrica de los grupos $-\text{CH}_2$
1458	Vibraciones de tension del grupo $\text{C}=\text{CH}_2$ terminal
1413	Vibr.Flexión en el plano Vinyl C-H
1368	Vibración de tension asociado al grupo C-O
1256	Vibr.flexion en el plano del grupo -OH
1195-1167	Vibr.tension del grupo $-\text{CN}$
1066	Vibr. tension del grupo C-N , amina primaria
956	Vibr. tension del grupo CO de un alcohol primario
831	Vibración de flexión del grupo NH
679	Vibraciones de tensión del grupo $\text{C}=\text{CH}_2$ terminal

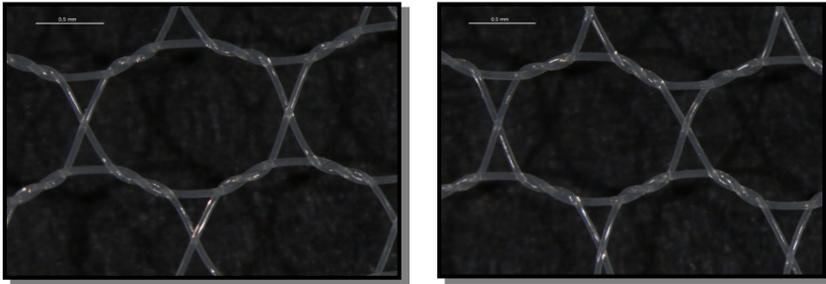
529

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188.



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Se realizó un ciclo de 72h de exposición a la radiación ultravioleta tras el cual se obtuvieron las microfotografías de los tejidos (ilustraciones 46-47). En ellas, se observa como las muestras a simple vista no se vieron alteradas con la exposición, hecho que se pudo confirmar mediante el espectrofotómetro de reflexión.



Ilustraciones 46- 47. Microfotografías: Izquierda, monofilamento de nylon tras 72h expuesto a la radiación ultravioleta, x16. Derecha monofilamento de nylon sin envejecer, x16.

En la figura 139 se presenta la comparativa de espectros del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido con radiación ultravioleta, realizada en las probetas M.E.UV.T.5 y M.E.UV.U.5, donde ambos espectros son muy similares, lo que ratifica de que el cambio cromático sufrido ha sido muy leve.

Los resultados sobre las TR y UR son idénticos, por lo que dicho tejido no modificará su efecto de cambio cromático en ninguno de los sentidos del ligamento.



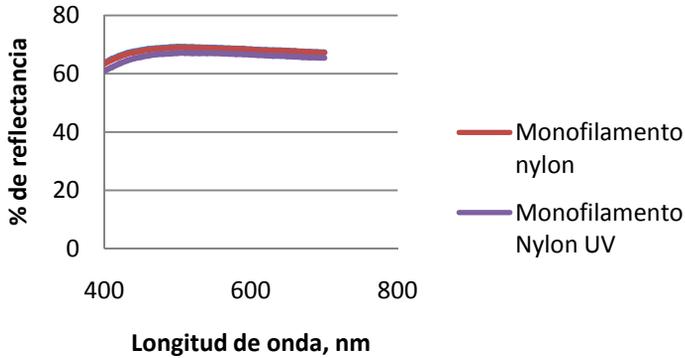


Figura 139. Comparativa de los espectros de reflectancia del monofilamento de nylon sin envejecer y tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta.

En la tabla 101, se exponen los valores de los índices cromáticos y sus variaciones. La variación cromática del monofilamento de nylon es prácticamente nula tras su exposición a radiación ultravioleta.

Tabla 101. Índices cromáticos del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta.

	SE	UV	
L*	86,3923	85,3932	
a*	-0,9049	-0,9622	
b*	0,7187	1,0919	
		0,9991	ΔL^*
		0,0573	Δa^*
		-0,3732	Δb^*
		1,3911	ΔE_{ab}^*

El diferencial ΔE_{ab}^* da un valor de 1.3911, por lo que el ojo humano apreciaría los cambios cromáticos.



En la tabla 102 se presentan las mediciones de los ensayos mecánicos realizados en las probetas M.E.UV.T.1- M.E.UV.T 2- M.E.UV.T 3- M.E.UV.T 4- M.E.UV.T 5, M.E.UV.U 1- M.E.UV.U 2- M.E.UV.U 3- M.E.UV.U 4- M.E.UV.U 5.

El monofilamento de nylon envejecido por radiación ultravioleta ve mermada su resistencia a la tracción de forma diferente en TR y UR (tabla 102).

Tabla 102. Índices de resistencia del monofilamento de nylon envejecido artificialmente por radiación ultravioleta.

Material		FH.N	N/cm	%
		UV	UV	UV
Monofilamento de nylon	UR	14,38	2,88	38,99
	TR	50,53	10,11	24,69

F.H: resistencia a la rotura N/cm: capacidad de resistencia; %: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.

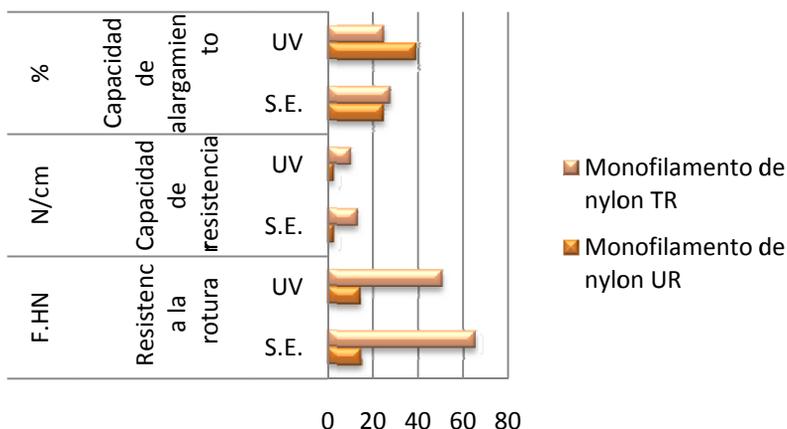


Figura 140. Valores de capacidad de resistencia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta (72h).

532



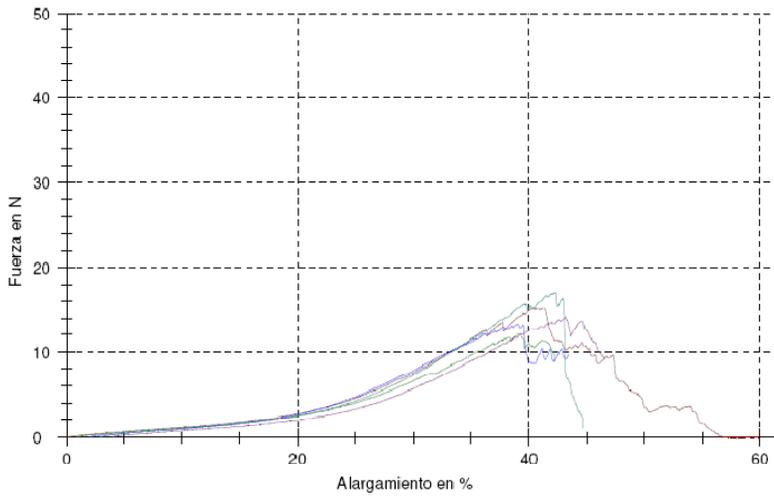


Figura 141. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR envejecido por radiación ultravioleta.

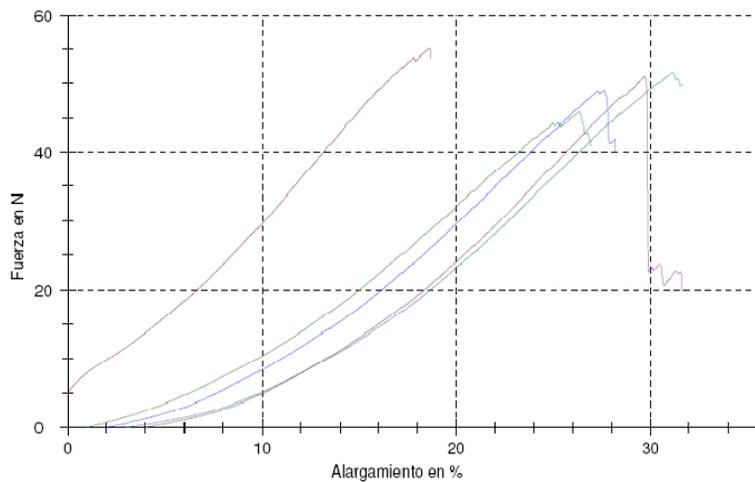


Figura 142. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR envejecido por radiación ultravioleta.

533



En TR se reduce su capacidad de resistencia, mientras que su disminución en UR es menor; esto provoca más capacidad de elongación en el sentido de las UR que en el de las TR, es decir, aumenta la capacidad de alargamiento de las UR con la exposición a la radiación ultravioleta, probablemente debido a la debilitación del ligamento en dirección de TR (143 figura).

Al comparar las curvas de resistencia del monofilamento de nylon TR y UR sin envejecer y envejecido, se puede observar que son muy distintas (figura 143). El monofilamento de nylon en TR no disminuye su capacidad de elongación, pero en UR aumenta su valor.²

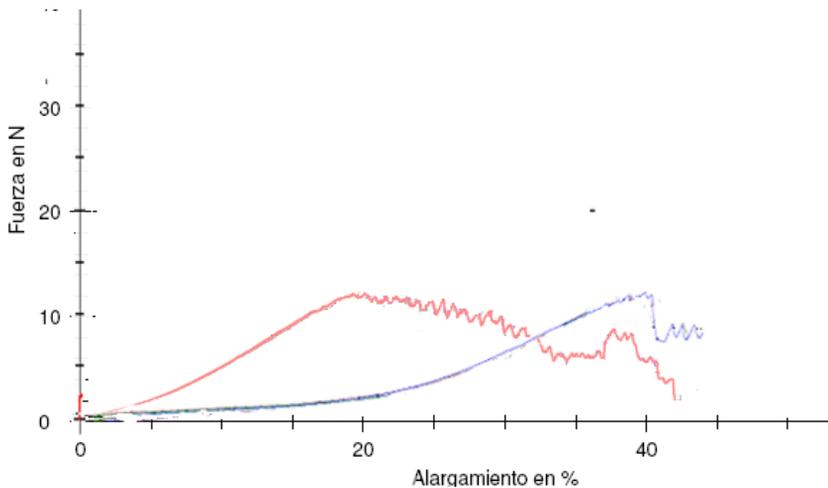


Figura 143. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR sin envejecer (línea roja) y envejecido artificialmente con radiación ultravioleta (línea violeta).

²Valoramos el incide de alargamiento hasta que llega al punto más alto de la curva, a partir de allí la fractura es evidente.



En las curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon en TR , sólo se ve mermada la resistencia a la rotura (figura 144).

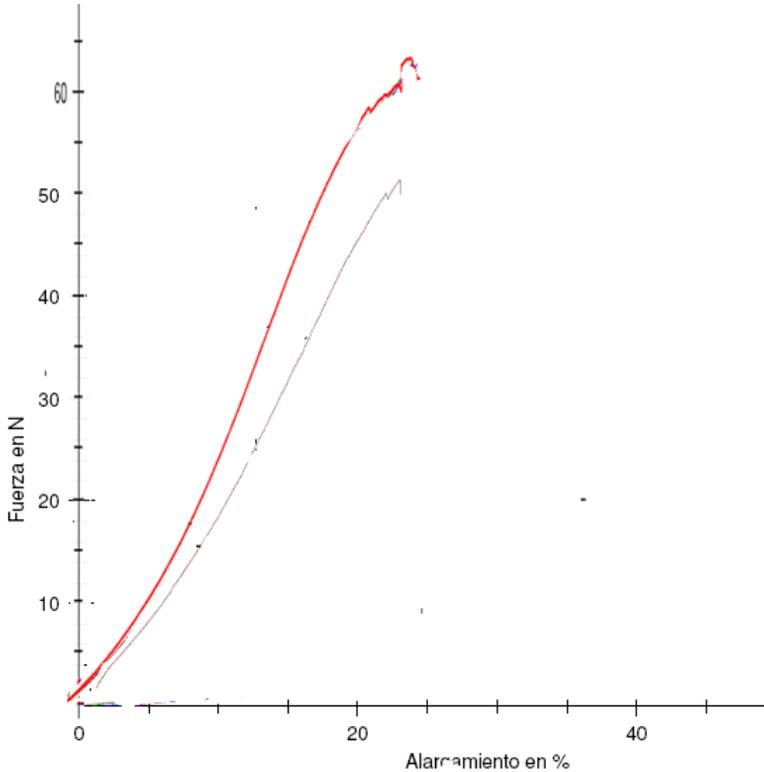
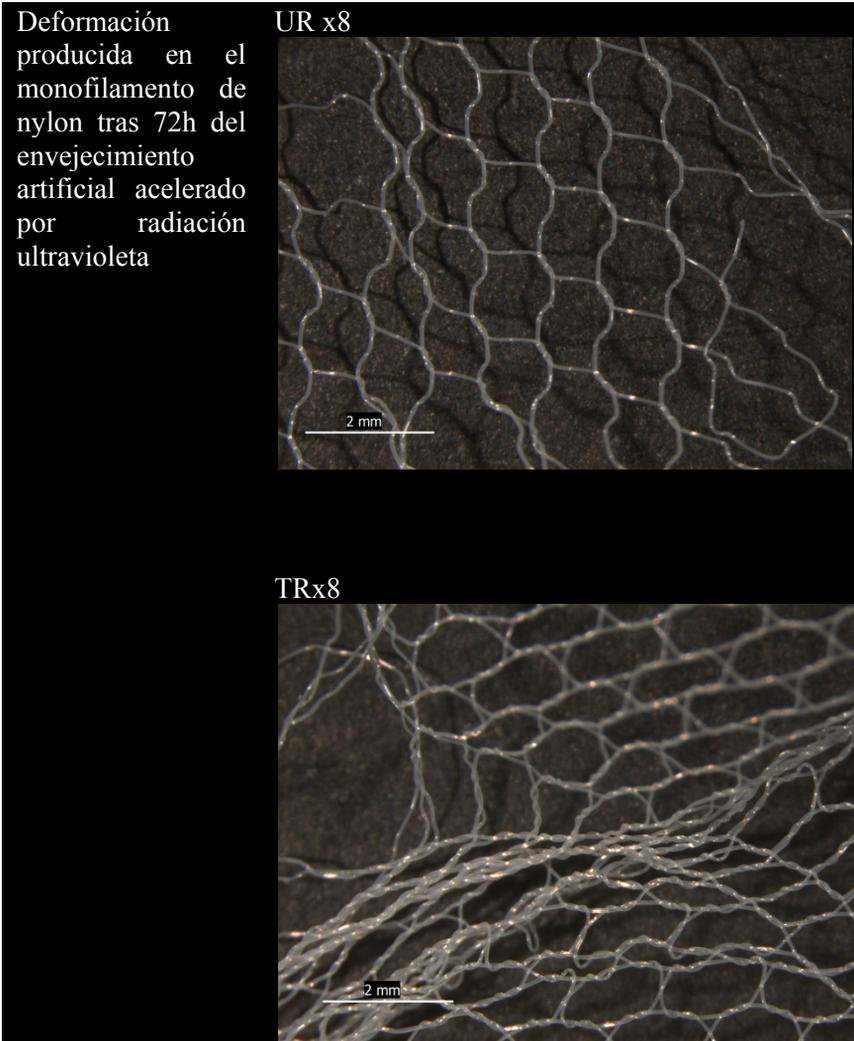


Figura 144.Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon TR sin envejecer (línea roja) y envejecido artificialmente con radiación ultravioleta (línea violeta).

En la tabla 103 se presentan las microfotografías del efecto de la rotura de la fibra, observándose que es similar entre el monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta.



Tabla 103. Microfotografías de la rotura en el monofilamento de nylon sometido a un ciclo de 72h de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta , x8.

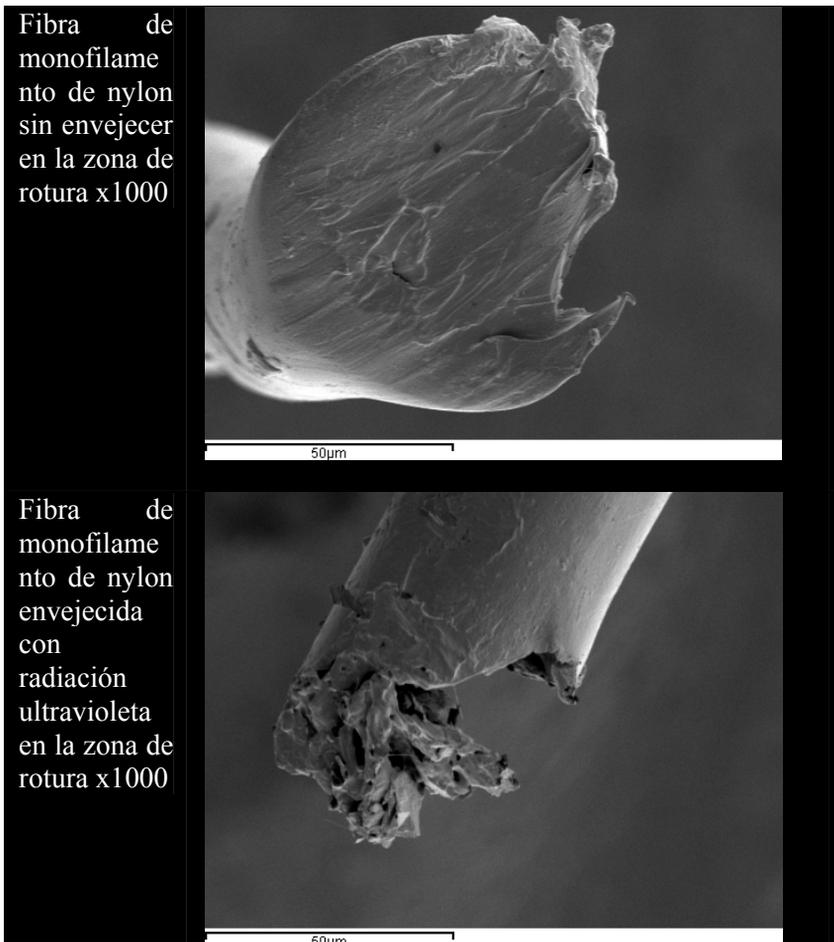


Estas diferencias se pueden observar mediante imágenes obtenidas por SEM. La radiación ultravioleta pese a no mostrar diferencias determinantes en los ensayos de tracción, provoca un deterioro en la morfología de la fibra confiriéndole un aspecto



reseco con irregularidades superficiales. Al comparar la fibra antes y después del envejecimiento en la zona de rotura, la fibra ofrece un aspecto totalmente distinto, pasa de ser una fibra densa y deformada, a convertirse en una fibra densa, pero con sequedad y orificios (tabla 104).

Tabla 104. Comparativa entre las imágenes de electrones retro dispersados (SEM) de las roturas del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h , x1000.

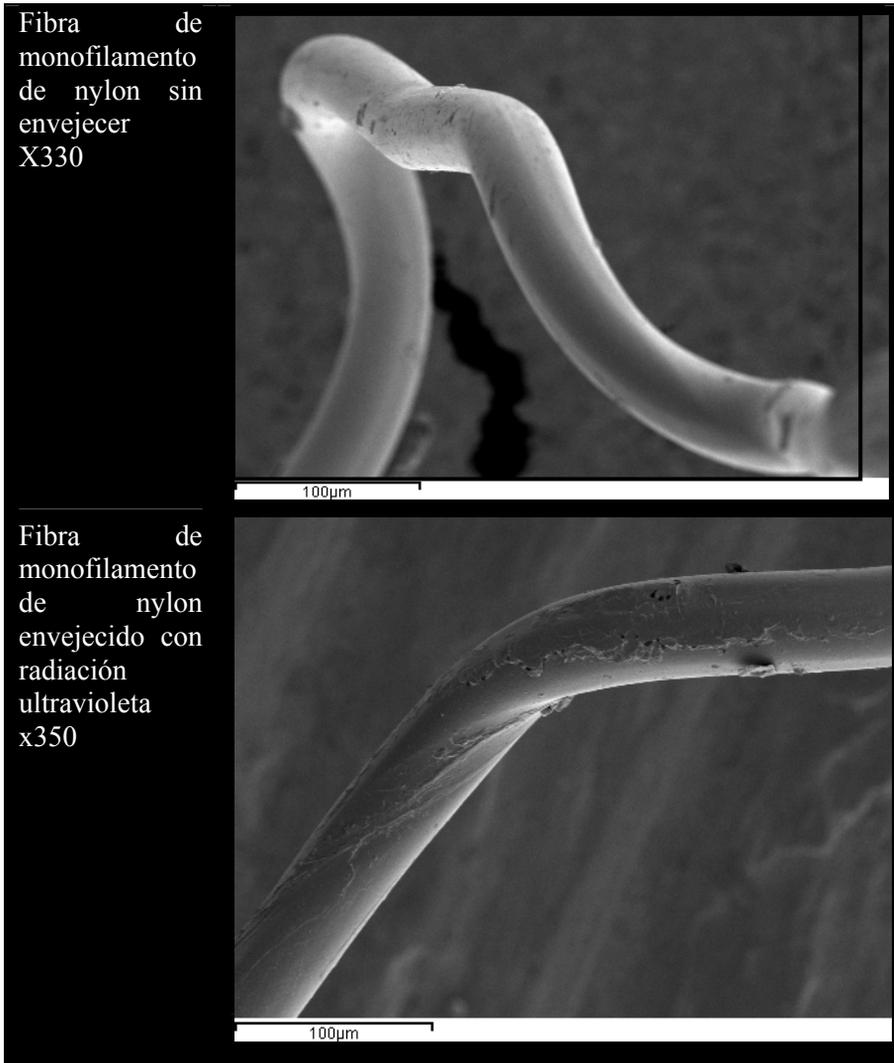


537



Otro detalle diferenciador se observa en las paredes de ambas fibras, pues adquiere un aspecto más pulverulento tras ser envejecido por radiación ultravioleta (tabla 105).

Tabla 105. Comparativa entre las imágenes de electrones retro dispersados (SEM) de las paredes tras las roturas del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por radiación ultravioleta 72h , x330-x750.



538



En la Figura 145 y 146 se presenta la comparación entre los espectros IR del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido durante un ciclo de 72h por radiación ultravioleta. Dado que se ha producido una leve disminución de la absorbancia en su espectro tras envejecer, se puede pensar que se ha producido una pérdida de polimerización, lo que coincide con los resultados obtenidos en el estudio de sus propiedades mecánicas.

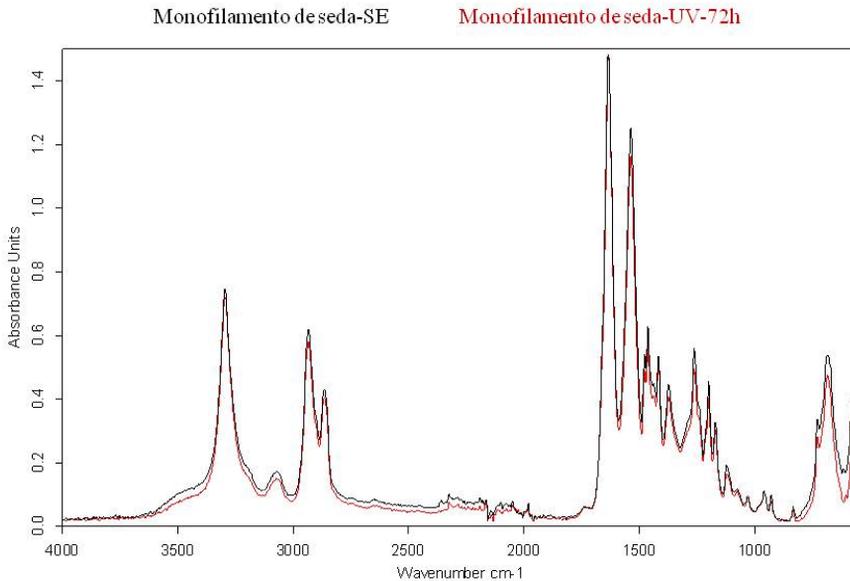


Figura 145. Comparación de los espectros IR del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por radiación UV.



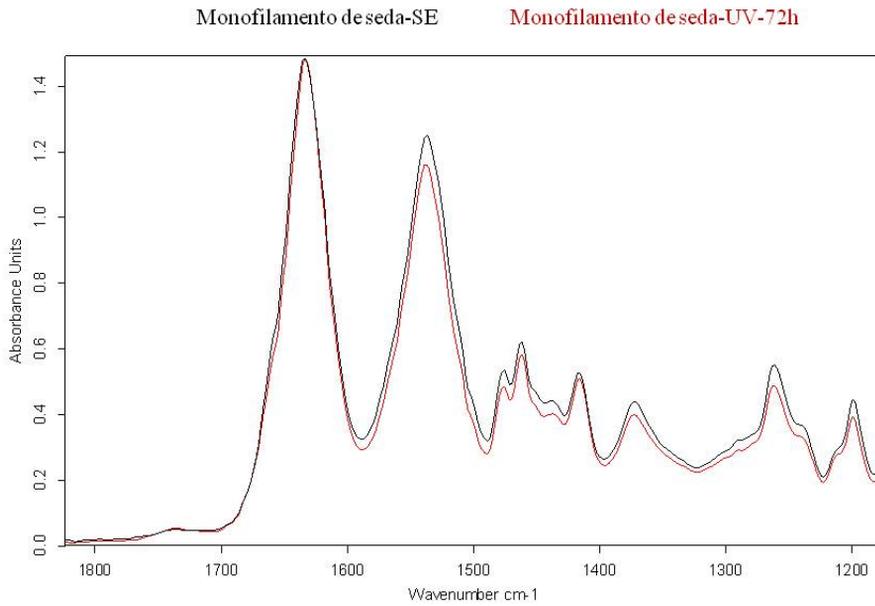
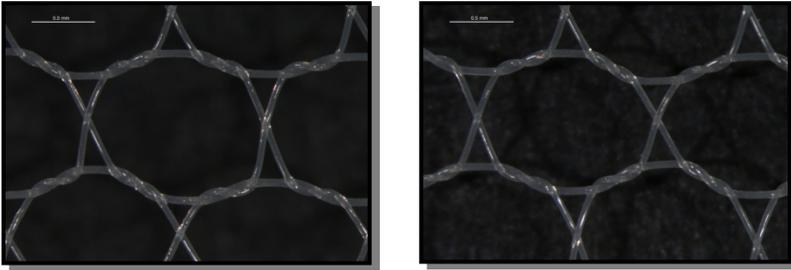


Figura 146. Detalle de la zona de 1800-1200 cm⁻¹ del espectro IR del monofilamento de nylon.



CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR CALOR SECO

La exposición al calor seco provoca mínimas variaciones cromáticas en el monofilamento de nylon. En este caso, al igual que en el caso anterior de exposición a la radiación ultravioleta, las TR y las UR varían cromáticamente de forma similar (figura 147).



Ilustraciones 48- 49. Microfotografías de la fibra de monofilamento de nylon: Izquierda, exposición de un ciclo de 72h en calor seco; x 16 Derecha, sin envejecer. X 16.

En la figura 147, se presenta la comparación llevada a cabo entre los espectros de reflectancia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor seco (72h). Se distingue cierta variación entre ambos espectros, pese a que modifica su cromatismo al ser expuesto al calor seco de forma muy leve, pero cabe señalar que esta diferencia es mayor a la observada en el caso del envejecimiento por radiación ultravioleta.

El cambio cromático que se aprecia, varía de forma similar tanto en TR como en UR, por lo que la aplicación del monofilamento de nylon en los procesos de consolidación textil no experimentará cambios cromáticos distintos en ambas direcciones.



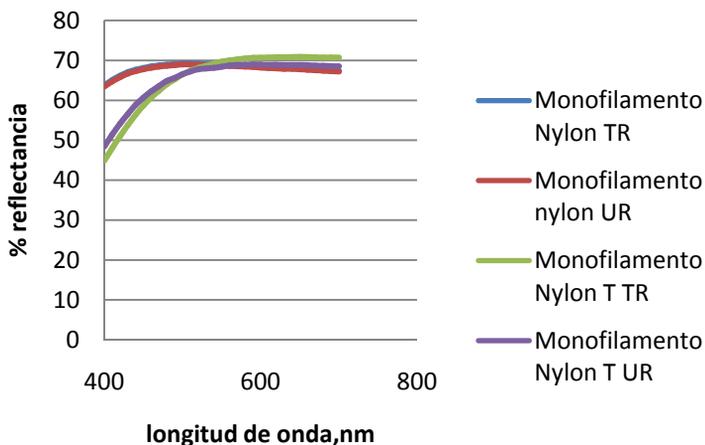


Figura 147. Espectro de reflectancia del monofilamento de nylon tras 72h en la cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco.

El monofilamento de nylon con el calor seco y con un diferencial ΔL^* 0,082 indica que no se oscurece, vira hacia tonalidades verdosas (a^* -2,7256), y hacia el amarillo de forma drástica (Δb^* -8,4927) (tabla 106).

Tabla 106. Índices cromáticos del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido 72h por calor seco.

	SE	T	
L*	86,3923	86,3841	
a*	-0,9049	-1,8207	
b*	0,7187	9,2114	
		0,0082	ΔL^*
		-2,7256	Δa^*
		-8,4927	Δb^*
		8,9211	ΔE_{ab^*}



Su diferencial ΔE_{ab}^* nos indica un cambio cromático muy evidente (8,9211).

Los cambios del monofilamento de nylon sufridos respecto a su capacidad de resistencia tras ser expuesto al calor seco, señalan una disminución en resistencia del tejido pero de forma muy leve (tabla 107).

En cuanto a las diferencias de variación de TR y UR tras ser expuestas al calor seco, este les afecta de manera diferente. Por un lado, las TR disminuyen la resistencia a la rotura, de forma muy leve, sin embargo, su capacidad de resistencia es la misma y disminuye muy poco su capacidad de elongación. Por otro lado, las UR se mantienen de forma más constante en sus niveles de elongación y resistencia.

Tabla 107. Capacidad de resistencia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido con calor seco en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		T	T	T
Monofilamento de nylon	UR	.14,23	2,91	20,98
	TR	.58,46	11,89	24,15

F.H. resistencia a la rotura; N/cm: capacidad de resistencia;
%: capacidad de elongación; S.E.: Sin envejecer.



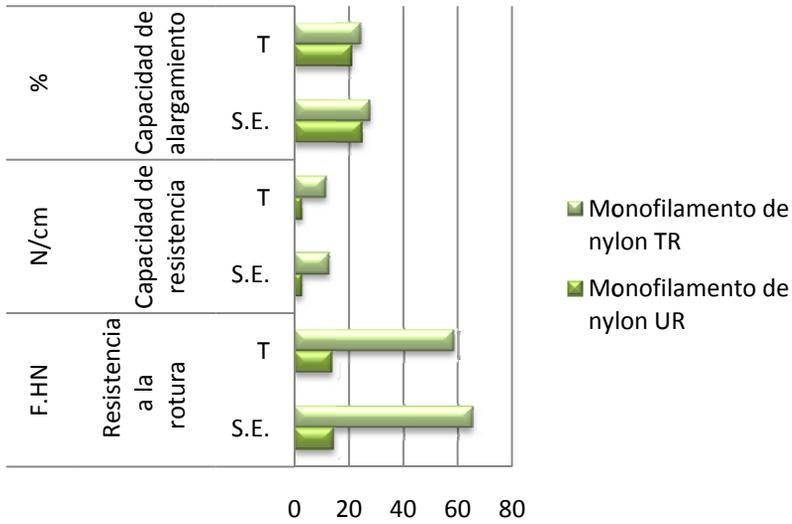


Figura 148. Valores de capacidad de resistencia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor seco (72h).

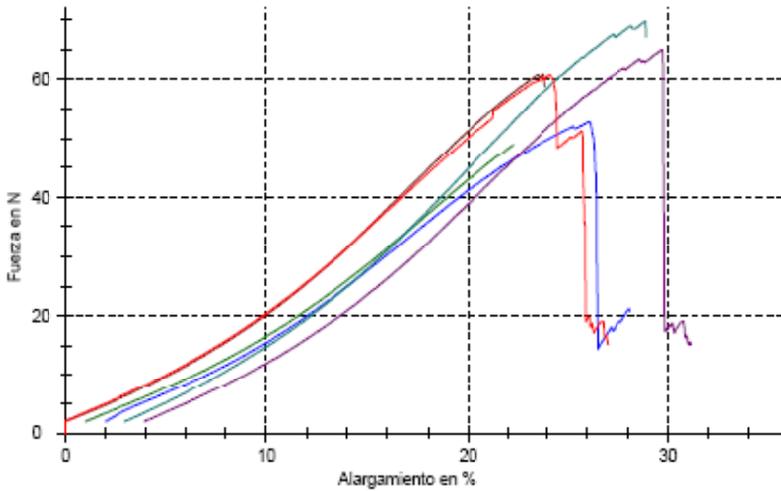


Figura 149. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon TR envejecido con calor seco.



Al comparar las curvas de resistencia del monofilamento de nylon TR y UR sin envejecer y envejecido, se observa que son muy diferentes, así que se han adjuntado ambas curvas en TR y en UR comparadas con su igual sin envejecer (figuras 150 y 151).

En las curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon TR , se aprecia como pierde capacidad de resistencia durante todo el ensayo. La proyección de esa curva es muy similar a la sin envejecer, perdiendo algunos valores de Newtons pero siendo su trazado prácticamente el mismo.

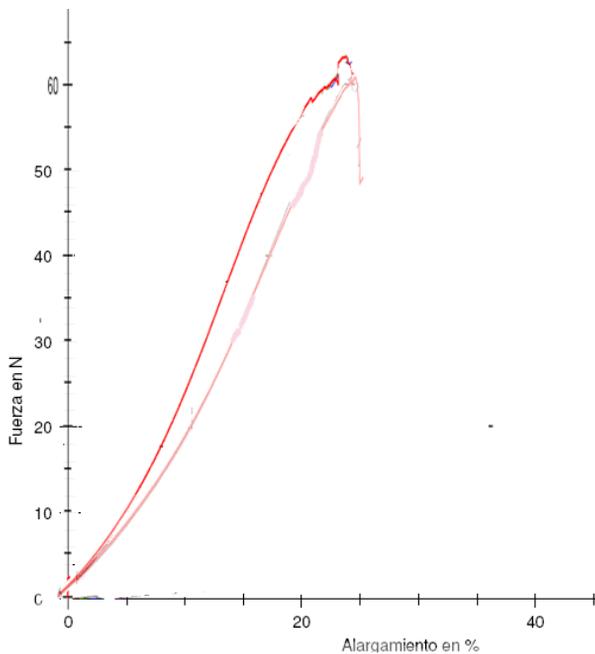


Figura 150. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon TR sin envejecer (línea roja), y envejecido artificialmente con calor seco (línea morada)



La curva de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR, se muestra igual que en los valores numéricos, las curvas son prácticamente iguales.

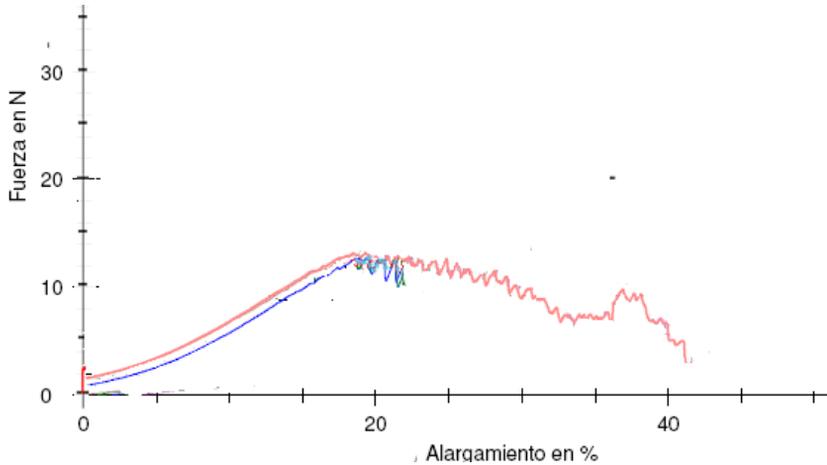
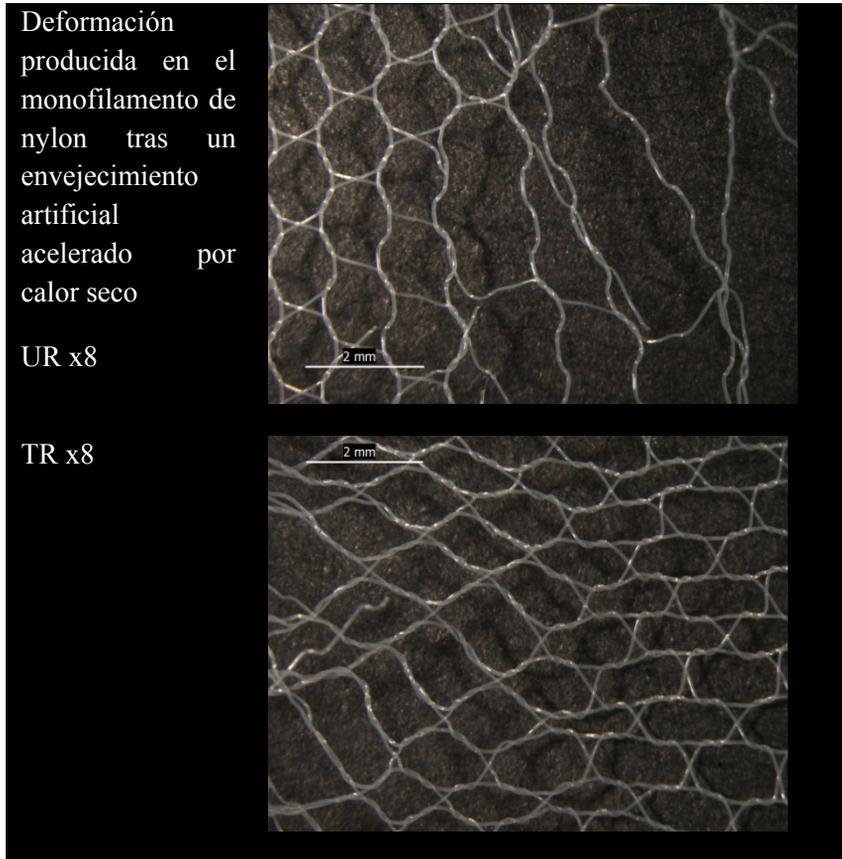


Figura 151. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR sin envejecer (línea roja) y envejecido artificialmente con calor seco (línea azul).

La observación de la rotura indica que tanto sin envejecer como envejecido por calor seco sufre la misma alteración. Además, se rompen de forma similar en TR y UR manteniendo el mismo efecto de fractura ya citado anteriormente (tabla 108).



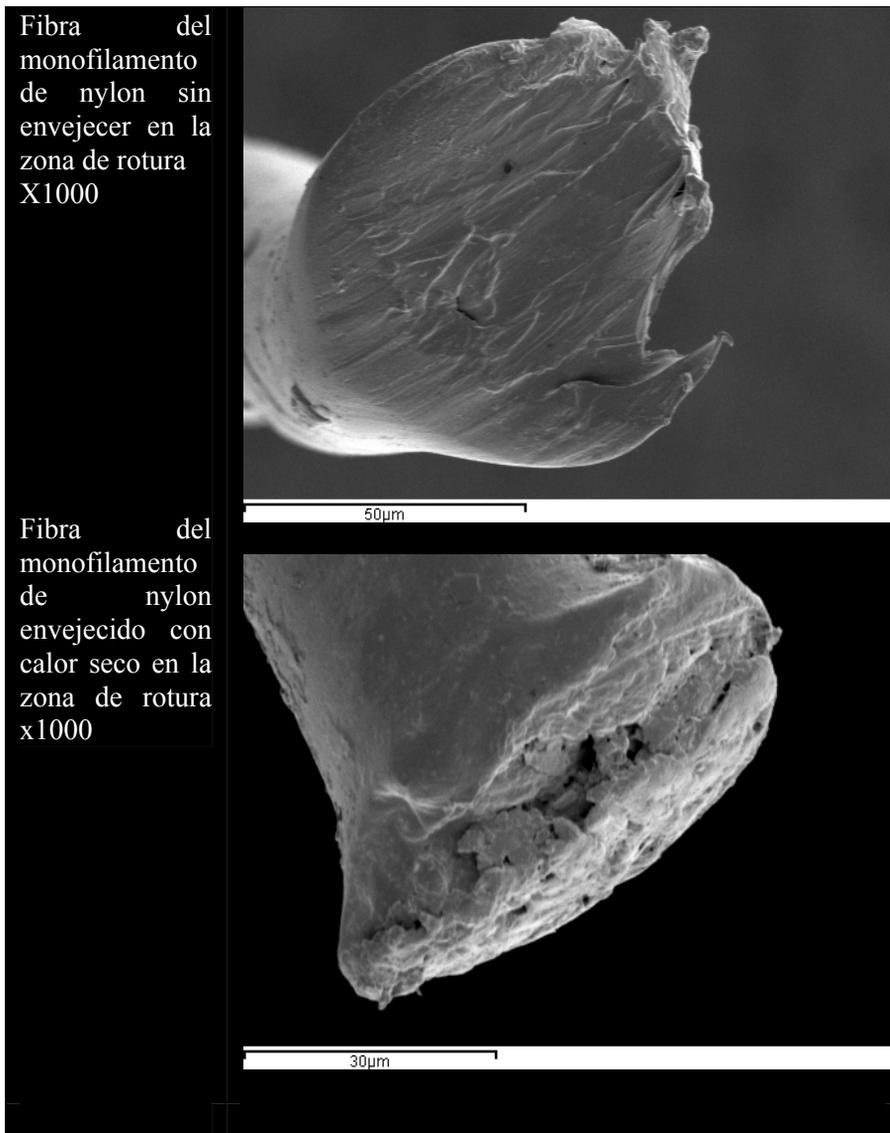
Tabla 108. Microfotografías de la rotura del monofilamento de nylon sometido a un envejecimiento por calor seco de 72 h. x18.



Si se adquieren las imágenes de electrones retrodispersados (SEM) del monofilamento de nylon envejecido por calor seco, en la zona de fractura se puede observar una fibra con un interior denso pero parece cortado más que estirado, a diferencia del aspecto de la fractura sin envejecer con un efecto de deformación por estiramiento (tabla 109).

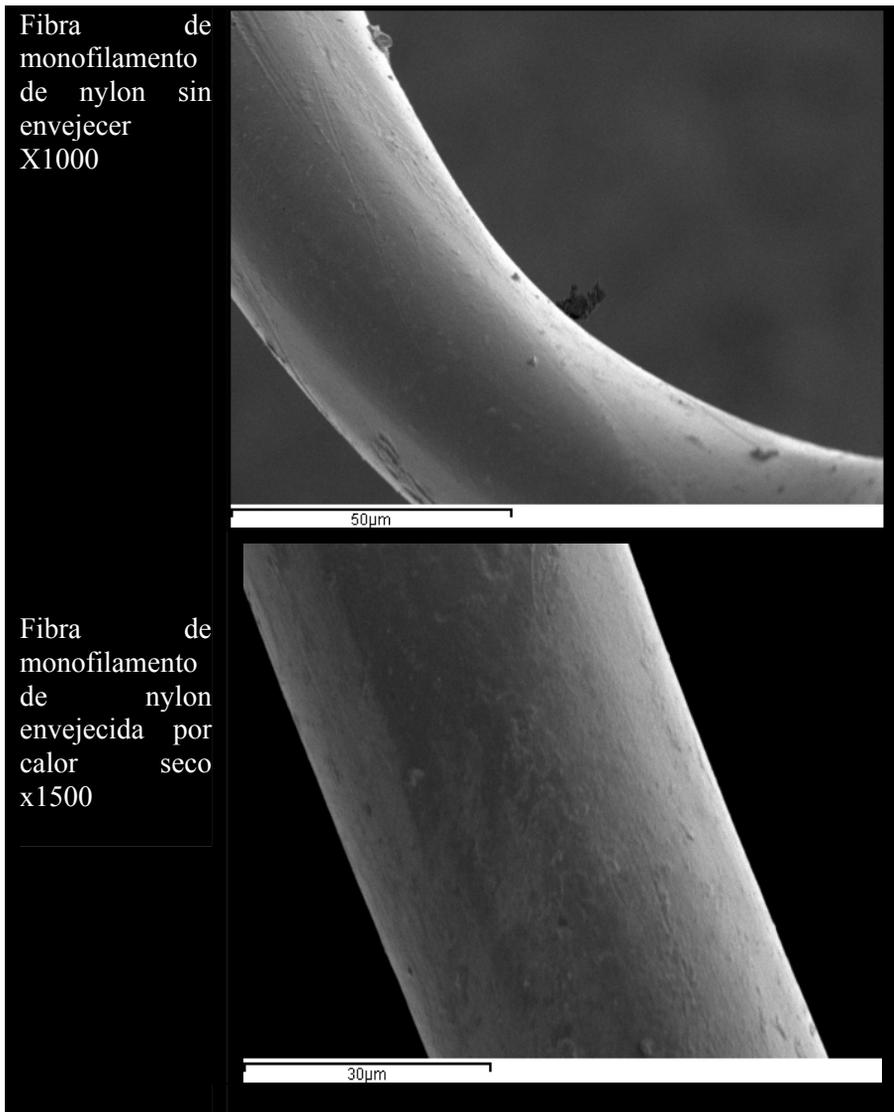


Tabla 109. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM). Comparativa entre roturas en el monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor seco (72h) x1000.



El aspecto de la fibra envejecida con calor seco es más poroso mientras que la fibra sin envejecer parece disponer de un aspecto más gomoso (tabla 110).

Tabla 110. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), 10µm Comparativa entre las fibras del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor seco (72h) x1000-x1500.



549



El estudio de los cambios estructurales sufridos en la fibra de monofilamento de nylon tras ser sometido a un ciclo de 72h en calor seco se expone en la figura 152.

En ella se muestra la gran similitud de ambos espectros, indicativo de la mínima alteración provocada en su estructura polimérica por el calor seco, esto podría deberse a que se trata de un compuesto termoplástico.

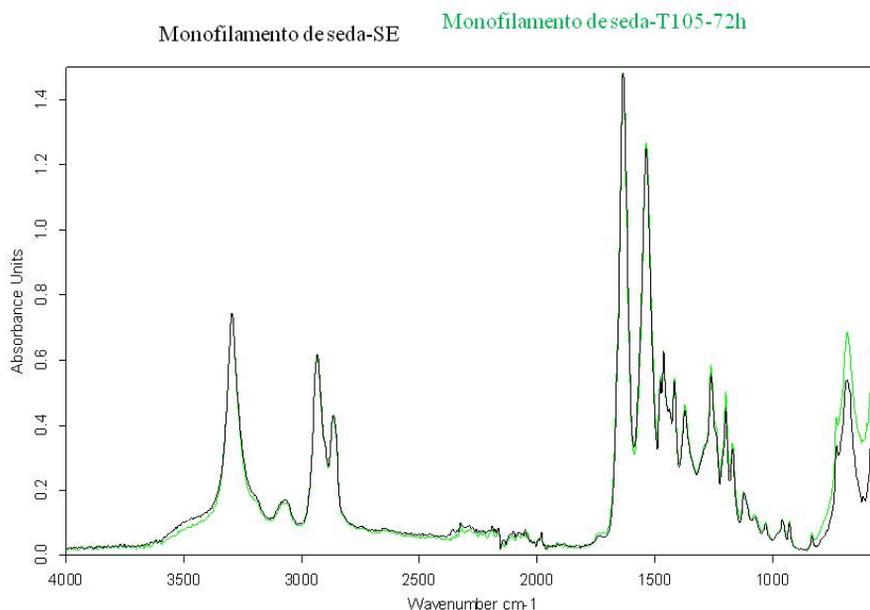
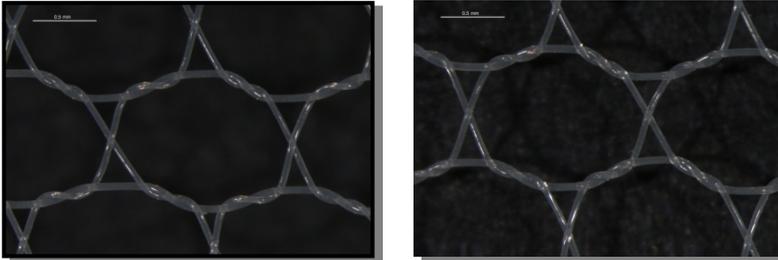


Figura 152. Espectros IR monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor seco 72h.



CAMARA DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR CALOR HÚMEDO

El ensayo cromático señala que de los tres procesos de envejecimiento artificial acelerado a los que ha sido sometido el monofilamento de nylon, el envejecimiento por calor húmedo es el que en mayor medida lo altera cromáticamente. En las microfotografías mostradas en las ilustraciones 50 y 51 no es perceptible.



Ilustraciones 50- 51. Microfotografías: Izquierda, Monofilamento de nylon tras 72h expuesta a calor húmedo, x16. Derecha sin envejecer, x16.

Los espectros del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo obtenidos mediante el reflectógrafo de reflexión, muestran que se produce una variación notoria (figura 153), a diferencia del resultado obtenido tras exponerlo a calor seco y radiación ultravioleta.



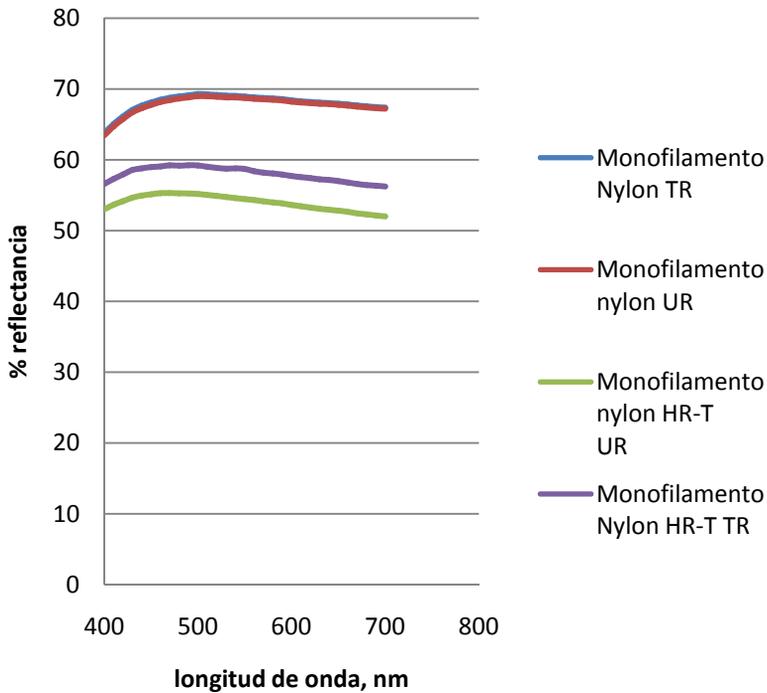


Figura 153. Comparativa de los espectros de reflectancia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo.

Las variaciones cromáticas son muy evidentes, pierde luminosidad ($\Delta L^* -5,4134$), no varía en el eje a^* mientras que la variación en el eje b^* presenta un valor $\Delta b^* -1,0502$ virando a un color más azulado (tabla 111).



Tabla 111. Índices cromáticos del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo

	SE	HR-T	
L*	86,3923	80,9789	
a*	-0,9049	-0,8941	
b*	0,7187	-0,3827	
		-5,4134	ΔL*
		0,0108	Δa*
		-1,0502	Δb*
		5,5110	ΔEab*

En los ensayos de tracción las TR disminuyen su capacidad de resistencia y aumentan su capacidad de elongación, mientras que las UR experimentan valores de elongación más altos y disminuyen su capacidad de resistencia de forma muy leve. (figura 154 y tabla 112).

Tabla 112. Capacidad de resistencia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido con calor húmedo en un ciclo de 72h.

Material		FH.N	N/cm	%
		HR-T	HR-T	HR-T
Monofilamento de nylon	UR	13,67	2,73	41,51
	TR	49,16	9,83	31,59

F.H. resistencia a la rotura
 N/cm: capacidad de resistencia
 %: capacidad de elongación
 S.E.: Sin envejecer

553



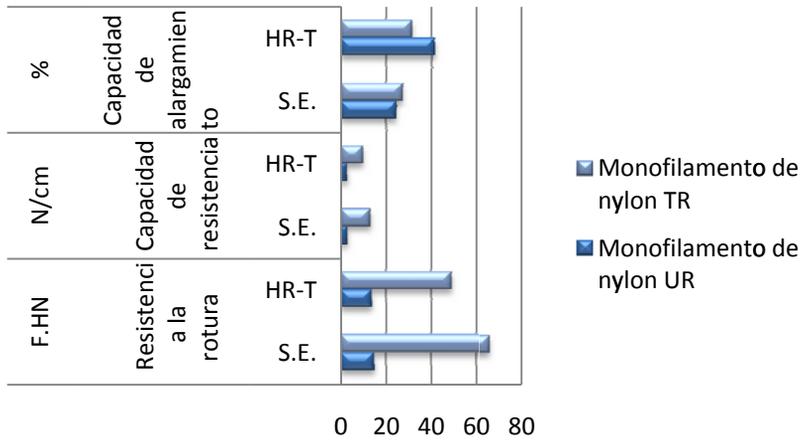


Figura 154. Ensayos de tracción del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo en un ciclo de 72h.

Las UR en comparación con las TR una vez envejecidas mediante el calor húmedo, incrementan su capacidad de elongación en mayor medida.

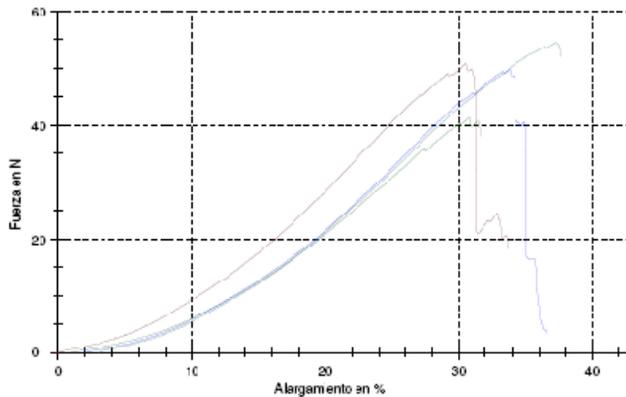


Figura 155 Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon TR envejecido con calor húmedo.



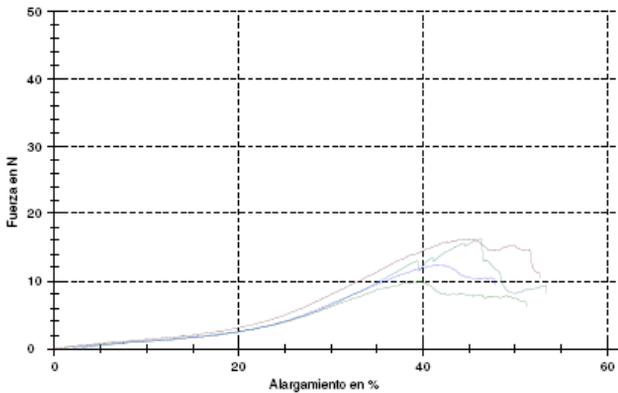


Figura 156. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR envejecido con calor húmedo

En las curvas de resistencia del monofilamento de nylon UR envejecido con calor húmedo y sin envejecer, se observa como la fibra aumenta su capacidad de elongación y como alcanza picos de resistencia inferiores a sin envejecer (figura 157).

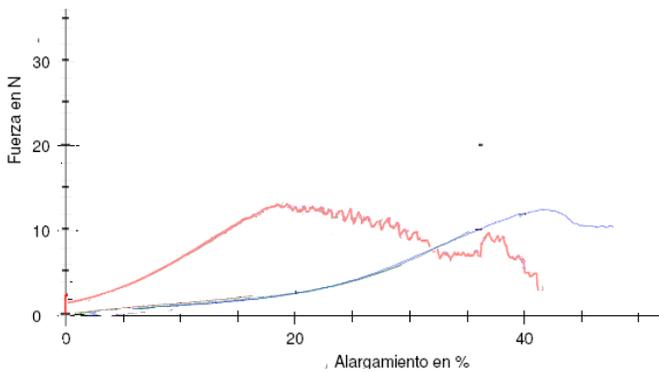


Figura 157. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon UR sin envejecer (línea roja) y envejecido artificialmente con calor húmedo (línea azul claro).

Como indica la curva de resistencia del monofilamento de nylon TR envejecido por calor húmedo y sin envejecer, su capacidad de resistencia disminuye y su capacidad de elongación aumenta. (figura 158).



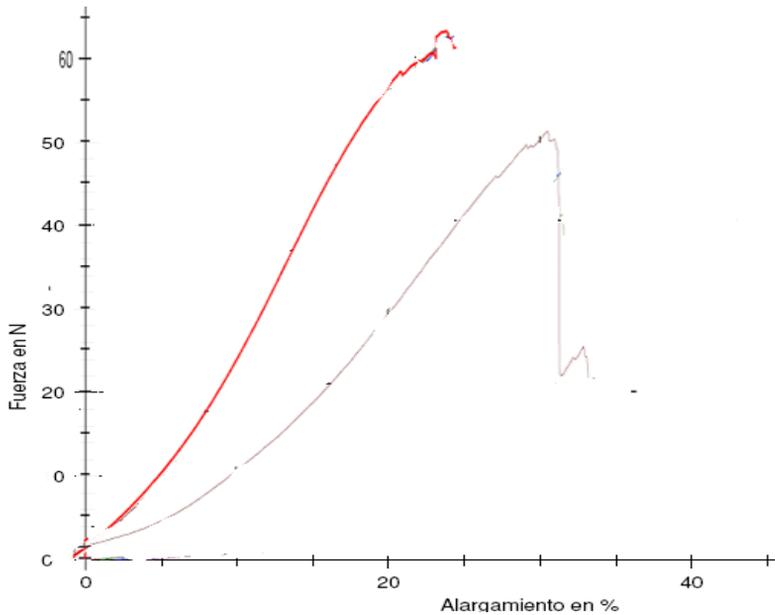


Figura 158. Curvas de resistencia a la tracción del monofilamento de nylon TR sin envejecer (línea roja), y envejecido artificialmente con calor húmedo (línea azul).

La exposición del monofilamento de nylon al calor húmedo disminuye su capacidad de resistencia y aumenta la de elongación, por lo que se podría afirmar que su exposición a este tipo de envejecimiento, en estas condiciones, provoca una merma en el estado de resistencia del tejido. La deformación que produce la rotura no muestra ninguna anomalía distinta a las provocadas con los otros envejecimientos, ni con el sin envejecer (tabla 112).

Las deformaciones que se producen en el ligamento son similares a las deformaciones que se le produjeron en TR y UR sin envejecer.

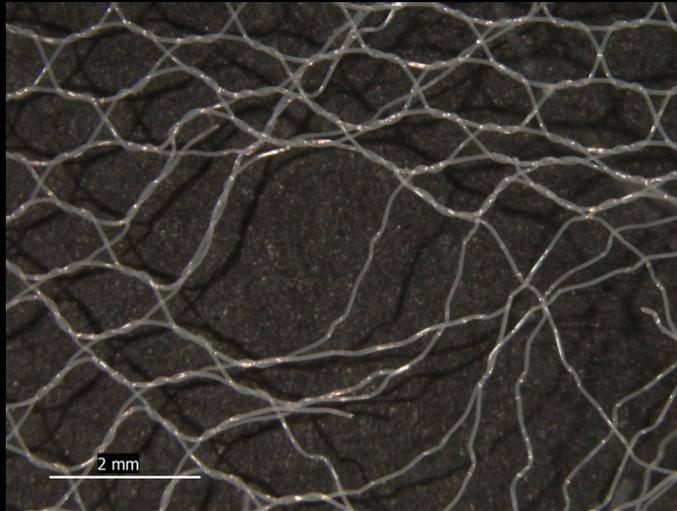


g-Resultados y discusión. Monofilamento de nylon. Cámara de calor húmedo.

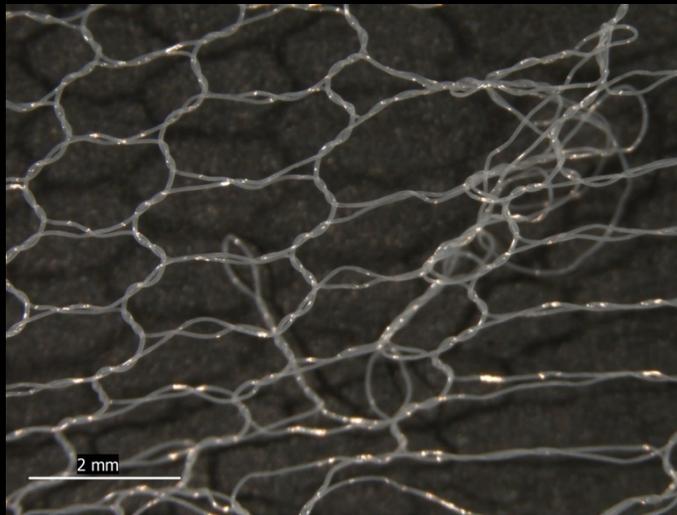
Tabla 112. Microfotografías de las roturas del monofilamento de nylon sometido a un envejecimiento por calor húmedo, x8.

Deformación
producida en el
monofilamento de
nylon tras un
envejecimiento
artificial
acelerado por
calor húmedo

TR x8



UR x8

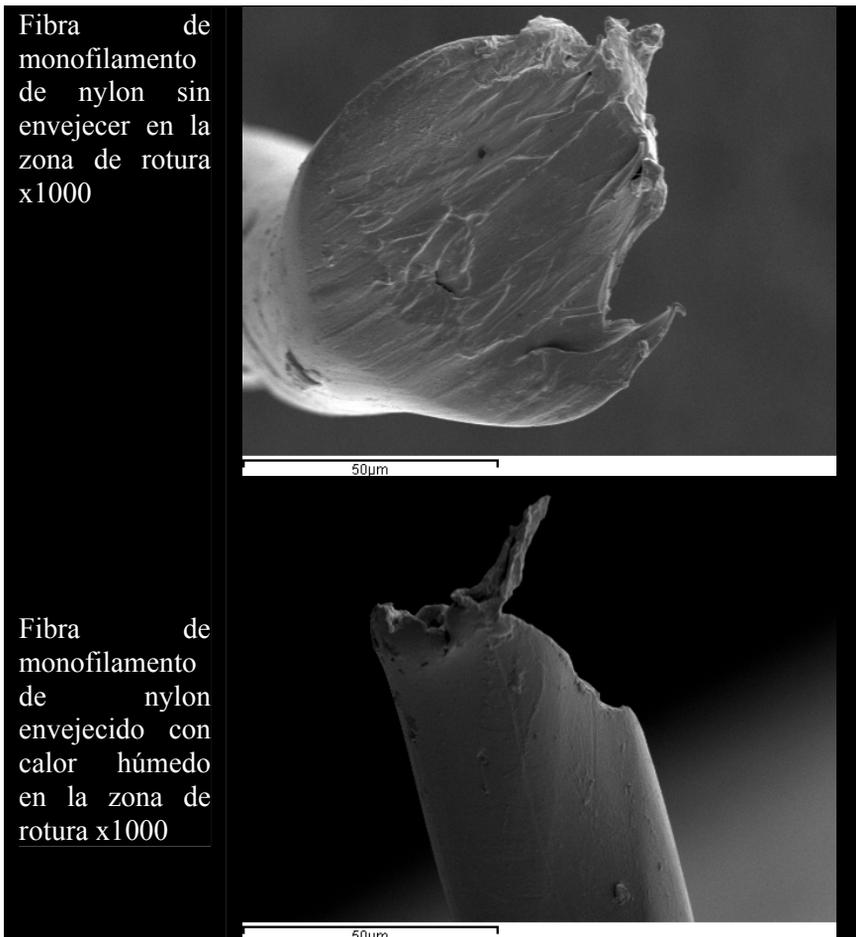


557



La fibra del monofilamento de nylon tras el proceso de envejecimiento por calor húmedo presenta niveles de degradación diferentes que los obtenidos mediante los otros procesos de envejecimiento, al ser observada con el SEM, la rotura se presenta como una fibra densa en su interior como sin envejecer y con la deformación producida por un estiramiento y no una fractura más acentuada (tabla 113).

Tabla 113. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), x1000. Comparativa entre roturas del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo.

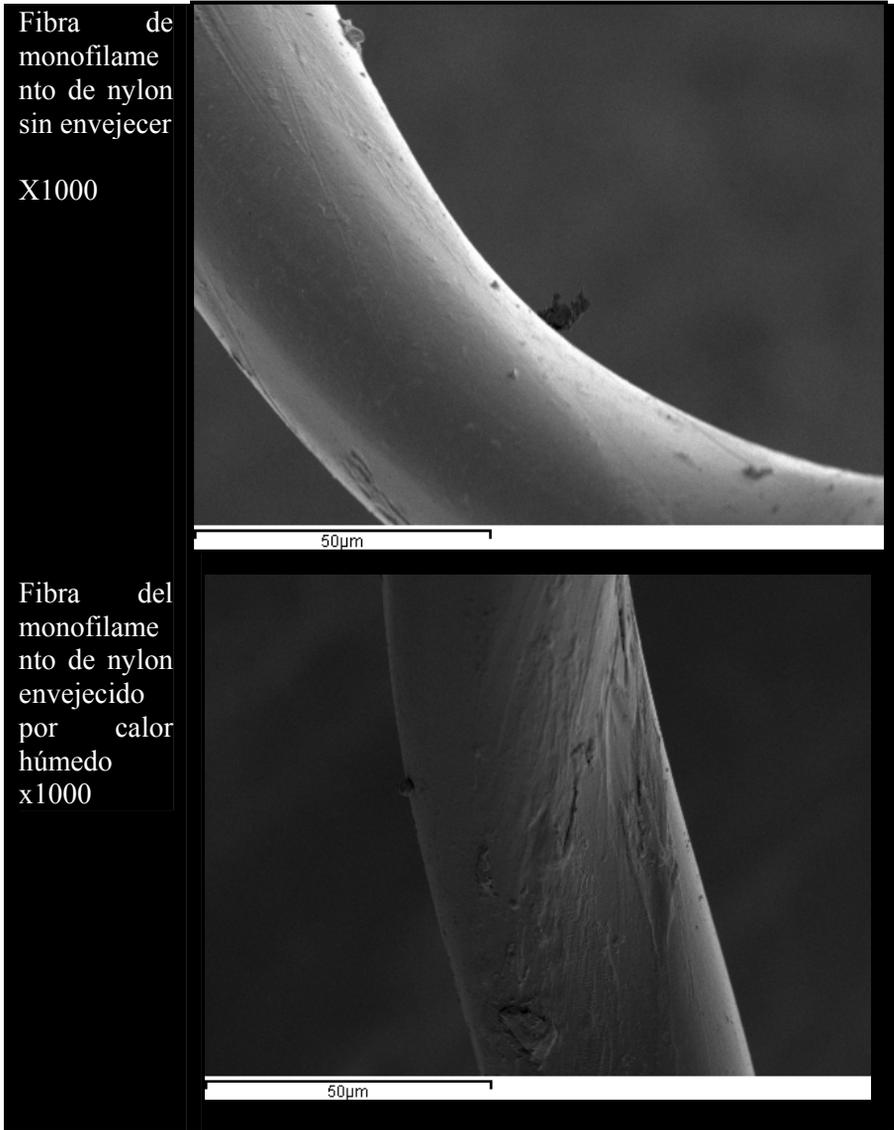


558



Del mismo modo, se observa que la fibra del monofilamento de nylon está más deteriorada que sin envejecer (tabla 114).

Tabla 114. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), x1000. Comparativa entre roturas del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo



559



No se aprecian cambios estructurales en la fibra de monofilamento de nylon tras ser sometido a un ciclo de 72h en calor húmedo (figura 159).

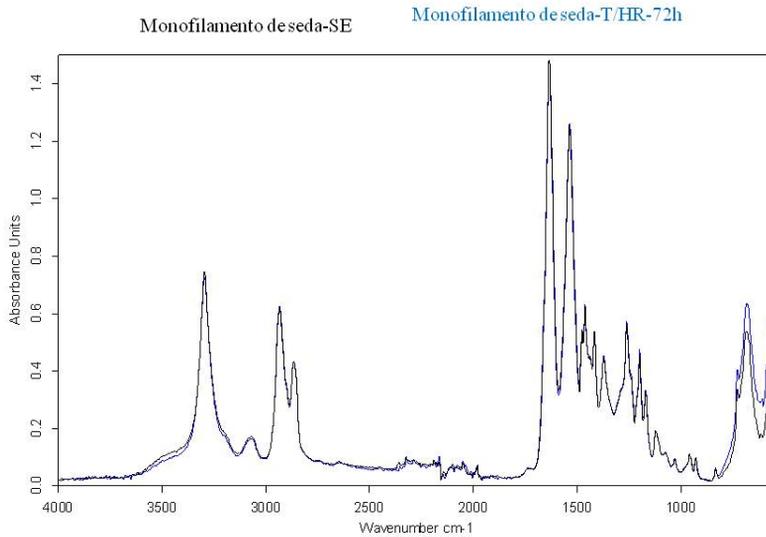


Figura 159. Espectros IR monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por calor húmedo



TABLAS RESUMEN

Tabla 115. Microfotografías del monofilamento de nylon, los procesos de rotura con sus diferentes envejecimientos artificiales acelerados, en TR y UR.

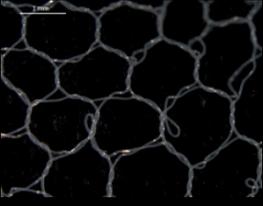
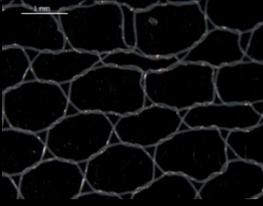
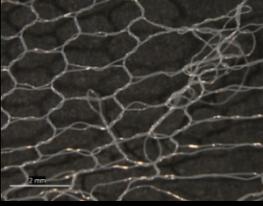
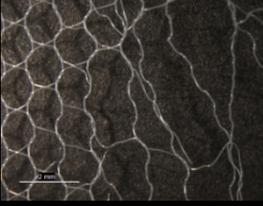
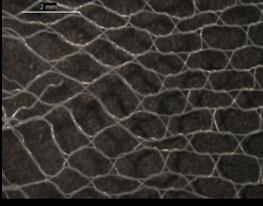
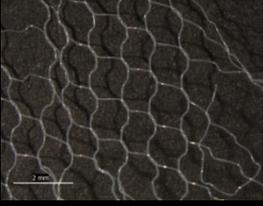
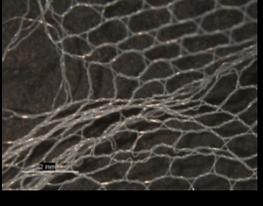
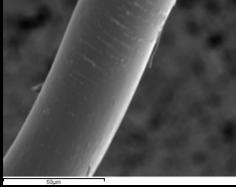
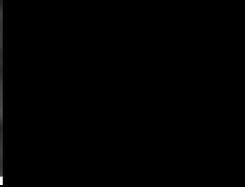
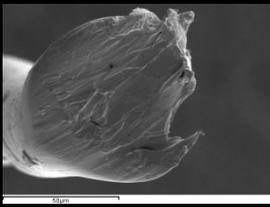
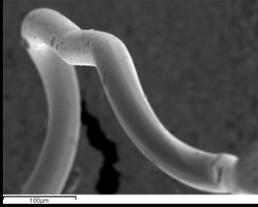
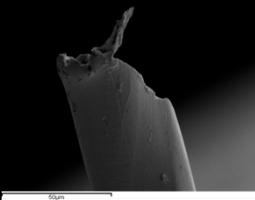
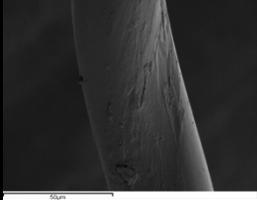
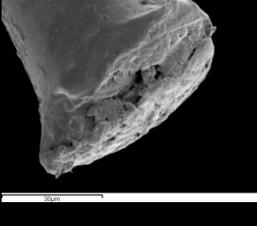
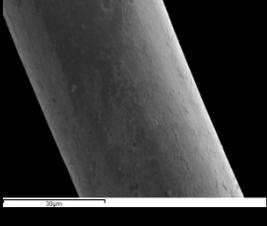
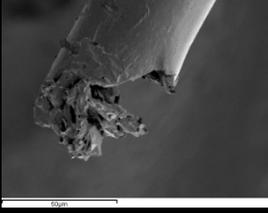
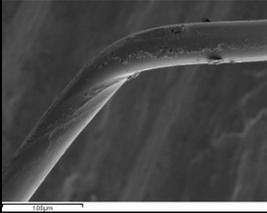
Tratamiento realizado	TR x8	UR x8
Sin envejecer		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta		



Tabla 116. Imágenes de electrones retrodispersados (SEM), del monofilamento de nylon de los procesos de rotura sin envejecer y con los diferentes envejecimientos artificiales acelerados.

Tratamiento realizado	Rotura	Superficie de la fibra
Sin ser sometida a tracción x 1000		
Sometida a tracción Dcha. x33. Izq. X1000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo. X1000		
Envejecimiento artificial acelerado por calor seco. Dcha. x1500. Izq. X1000		
Envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta. Dcha. x350. Izq. X1000		

562



La comparativa de los espectros colorimétricos del monofilamento de nylon sin envejecer y sometido en los tres procesos de envejecimiento, indica que la alteración cromática más acusada es la resultante de la exposición al calor húmedo y calor seco. Este hecho se debería controlar en el momento de exponer o almacenar las obras de arte textil. Estos resultados demuestran lo sensible que es el nylon frente a las temperaturas altas y húmedas en ciclos de 72h. (figura 160).

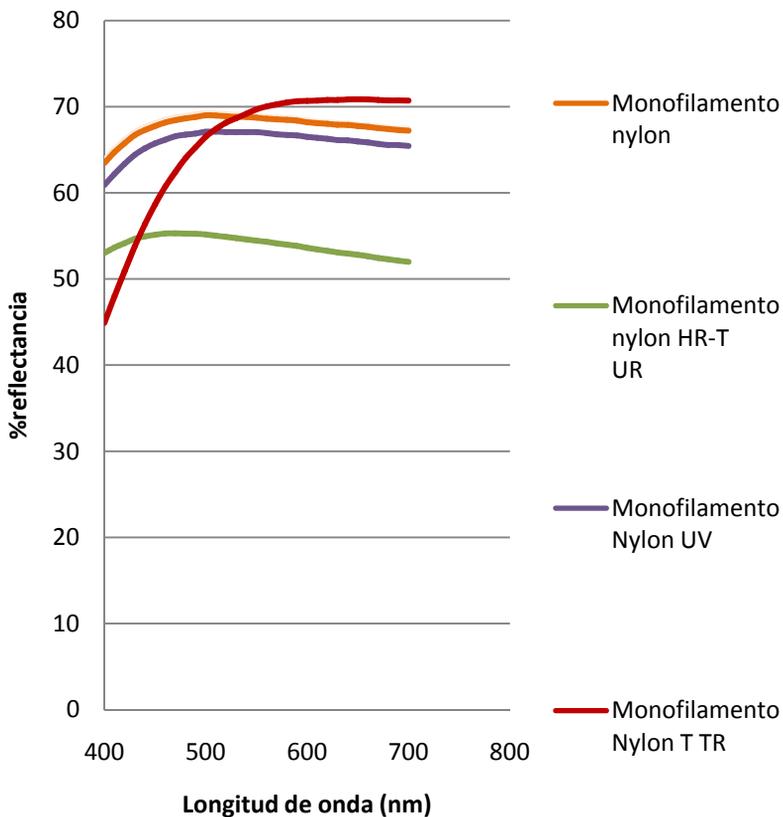


Figura 160 Espectros de reflectancia del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido por un ciclo de 72h con radiación ultravioleta, calor seco o calor húmedo.

563



En cuanto a lo referente a los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos, se adjunta la tabla 117 en la que se recopilan los valores del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecidos.

En las curvas de resistencia del monofilamento de nylon TR se aprecia el elevado grado de degradación tras ser envejecido con calor húmedo, perdiendo capacidad de resistencia.

Tabla 117. Comparativa de resistencia del monofilamento de nylon en sus tres procesos de envejecimiento

		F.HN				N/cm				%			
		SE	HR	T	UV	SE	HR	T	UV	SE	HR	T	UV
Mono filame nto de nylon	UR	14,81	13,67	14,23	14,38	2,96	2,7	2,91	2,88	24,72	41,51	20,98	38,99
	TR	65,46	49,16	58,46	50,53	13,09	9,83	11,89	10,11	27,55	31,59	24,15	24,69

F:H. resistencia a la rotura
 N/cm: capacidad de resistencia
 %: capacidad de elongación
 S.E.: Sin envejecer
 UV: Cámara de envejecimiento por radiación ultravioleta
 HR: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo
 T: Cámara de envejecimiento artificial acelerado por calor seco



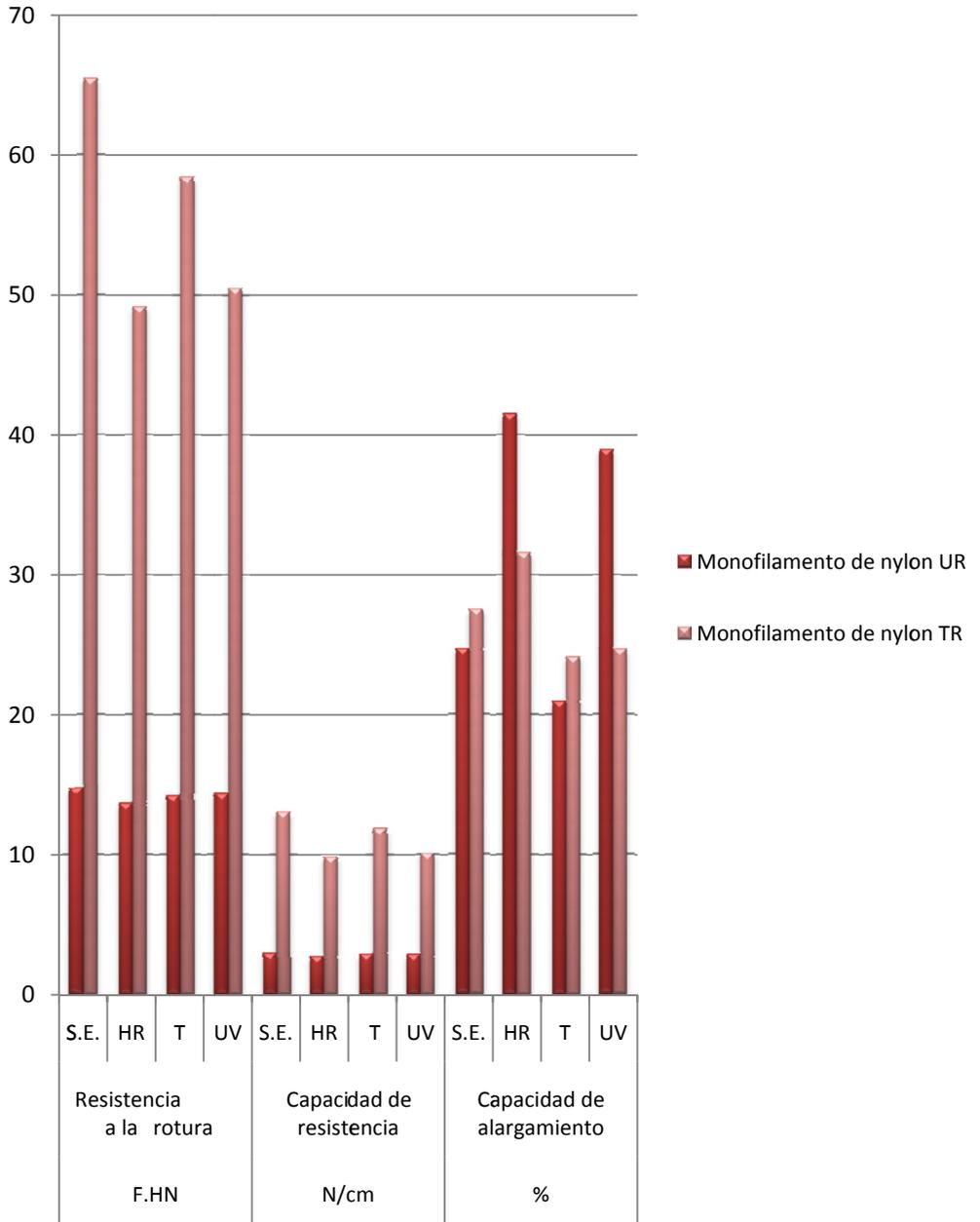
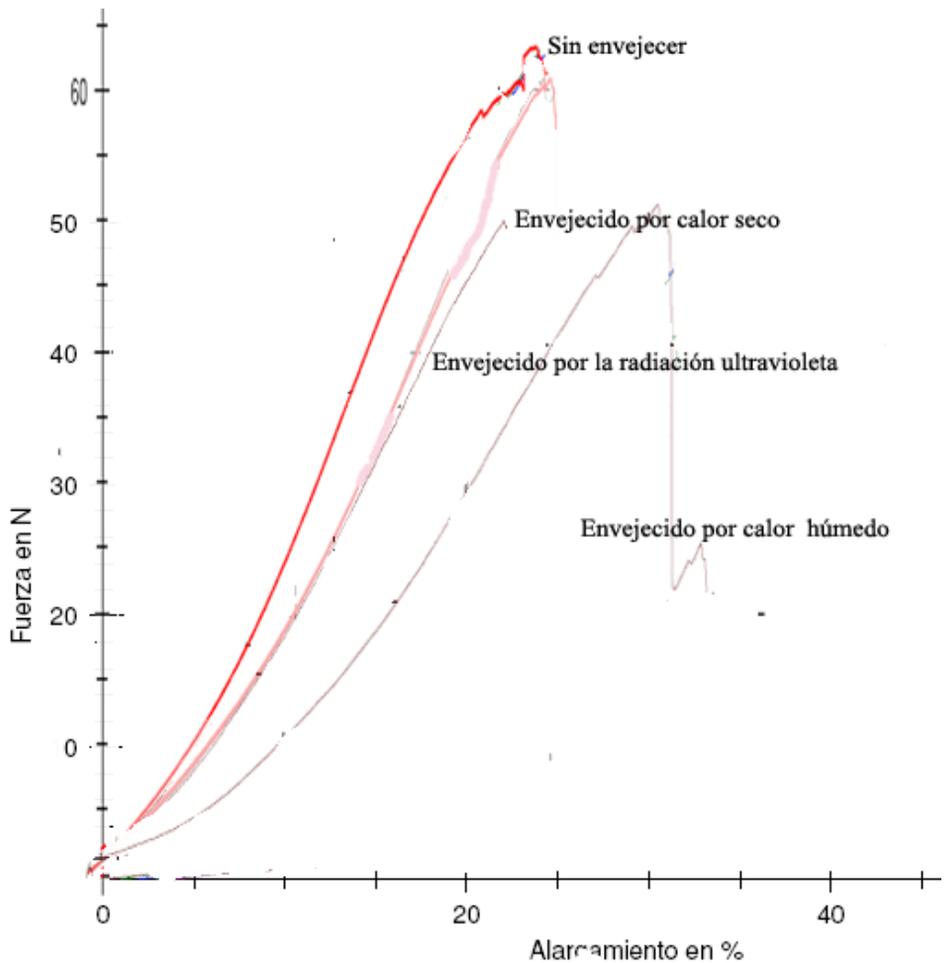


Figura 161. Ensayos de tracción del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido en los tres procesos de envejecimiento artificial acelerado.

569



162. Curva de resistencia del monofilamento de nylon TR en sus procesos de envejecimiento.

En UR, la degradación no es tan acusada existiendo valores que aumentan su capacidad de elongación (figura 163)



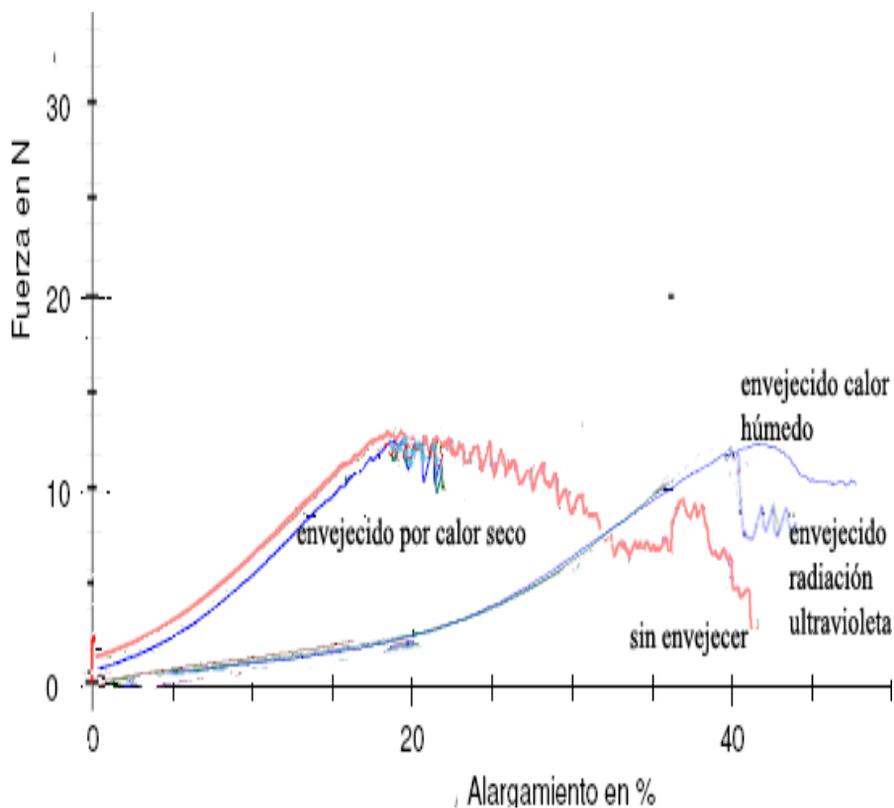


Figura 163. Curva de resistencia del monofilamento de nylon UR en sus procesos de envejecimiento.

En lo referente al análisis por FTIR-ATR se puede señalar que el único proceso de envejecimiento artificial acelerado que provoca alteración estructural en el polímero sintético del monofilamento de nylon es el de la exposición a radiación ultravioleta, como se muestra en las figuras 164 y 165.



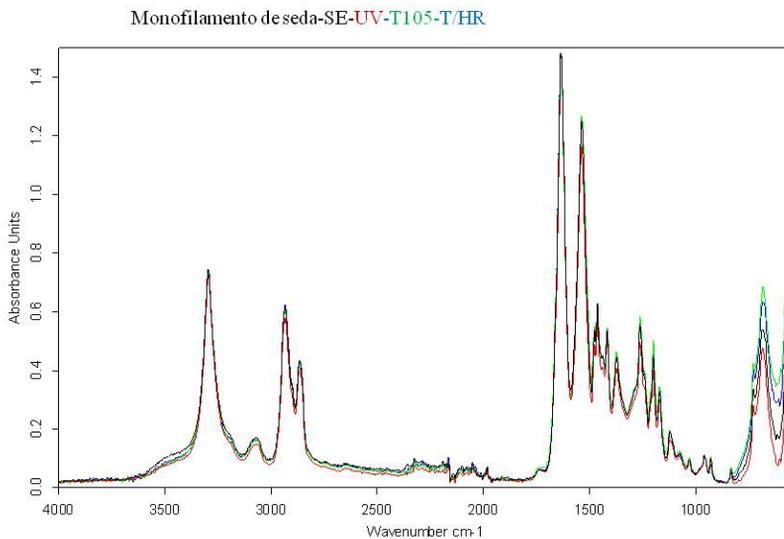


Figura 164 Espectros IR del monofilamento de nylon sin envejecer y envejecido en un ciclo de 72h por radiación ultravioleta, calor seco (105°C) y calor húmedo (T/HR).

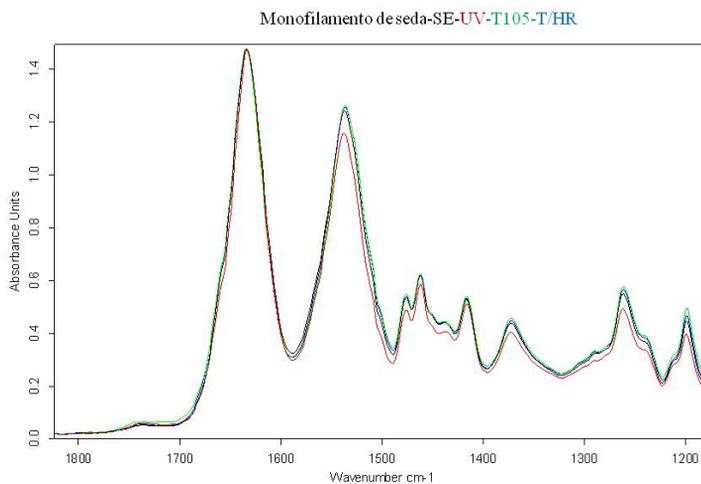


Figura 165. Detalle de la zona entre 1800-1200 cm^{-1} del espectros IR del monofilamento de nylon.

572



En la siguiente tabla se presentan los valores del grado de cristalinidad* del monofilamento de nylon. Estos valores están de acuerdo con su comportamiento dimensional, donde el polímero sometido a calor seco, calor húmedo y rad. UV presentan un comportamiento más elongable.

Tabla 119. Grado de cristalinidad del monofilamento de nylon.

Monofilamento de seda	I_{1234} , (Abs)	I_{1261} , (Abs)	Grado de Cristalinidad, I_{1261} / I_{1234}
SE	0,0329	0,053	1,6109
UV-72h	0,0364	0,057	1,5659
T105C-72h	0,0312	0,049	1,5705
T HR-72h	0,0322	0,050	1,5528

Este apartado finaliza con una comparativa del tul de nylon llevado a estudio con otro tul de nylon que se encuentra en el mercado, con el fin de justificar la utilización de este tejido en concreto frente a otros de características matéricas similares, pero no de tejido.

El ligamento de punto que se forma en el Tul de nylon llevado a estudio es de una precisión y regularidad en comparación con los otros tal y como lo indican las microfotografías de las ilustraciones 52 y 53.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188.



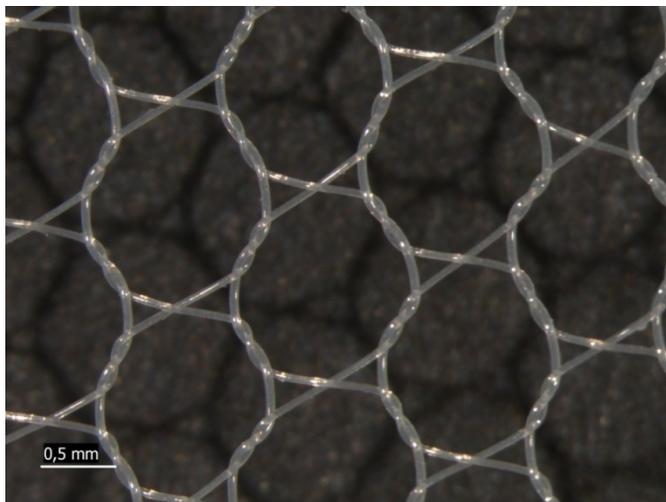


Ilustración 52. Macrofotografía del monofilamento de nylon

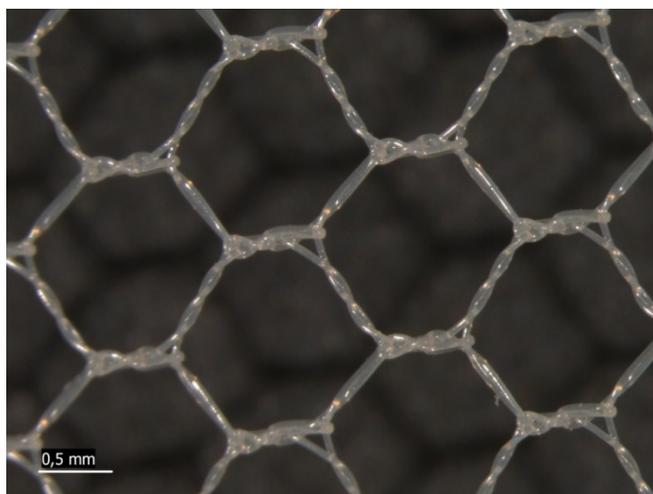


Ilustración 53. Macrofotografía del tul sintético comercial



Comparativa entre materiales

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Valoraremos las características técnicas de todos los tejidos para establecer cuál de ellos tiene el mayor gramaje y densidad de hilos.

El tejido de red llamado tul seda es el tejido más ligero ($0,0099\text{Kg/m}^2$), mientras que el pongee de seda es el más pesado ($0,04599\text{g/m}^2$).

Si solo se buscara resistencia, se podría pensar que los tejidos más pesados serían los más resistentes, y por lo tanto, más idóneos, pero lo que realmente un restaurador de textiles precisa es que el tejido se adapte a la situación de la obra a restaurar.

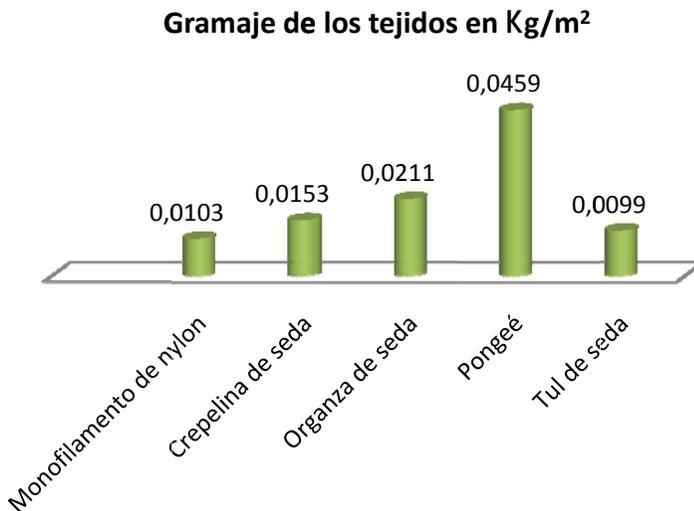


Figura 165. Gramaje de los tejidos de consolidación (Kg/m)

La comparación de las densidades de los tejidos se hará tras realizar una subdivisión entre, por un lado los tejidos de calada (organza, crepelina y pongé) (figura 166), y por otro lado, los tejidos de punto (tul de seda y monofilamento de nylon) (figura 167).

De entre los tejidos más densos en ambas direcciones del ligamento se encuentra el Pongé de seda, mientras que la crepelina es la que presenta de los tres tejidos una densidad más baja en urdimbre, pero no en tramas.

La organza de seda es el tejido que tiene su densidad más descompensada entre tramas y urdimbres, lo que hará variar mucho sus valores de resistencia según la direccionalidad de su ligamento.

Entre el tul de seda y el monofilamento de nylon resaltar la mínima diferencia existente entre su número de TR y UR.



g- Resultados y discusión. Comparativa entre materiales Características físicas.

Densidad de los tejidos de calada por cm

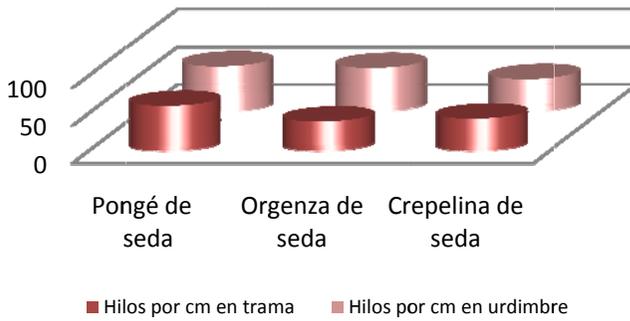


Figura 166. Comparativa de densidad de los tejidos de calada.

Densidad de los tejidos por cm

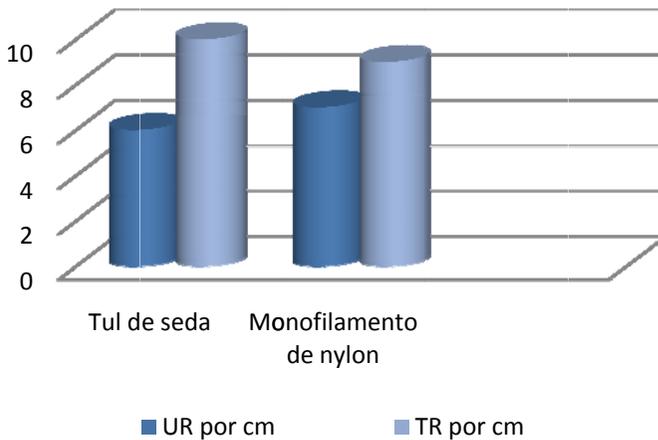


Figura 167. Comparativa de densidad de los tejidos de punto



PROPIEDADES CROMÁTICAS

Se ha medido tanto la transparencia de los materiales como sus variaciones cromáticas sufridas tras el envejecimiento acelerado, con el fin de poder establecer cuál de todos los tejidos modificaría menos la pieza una vez intervenida.

Dichas mediciones se han hecho partiendo del estado inicial de cada tejido sin envejecer y sin teñir, pese a que normalmente en el campo de la conservación textil se realiza un proceso de teñido de las telas de consolidación, según sea la obra de arte, así hacerla lo más imperceptible posible.

Se partió de los parámetros de un color muestra aleatorio, que simularía la obra textil a tratar y se midieron sus valores cromáticos.

Dichos valores se compararon con los resultados obtenidos de las mediciones de los tejidos sobrepuestos al color muestra. Simulando así el sistema de superposición¹ de un tejido de refuerzo para consolidar la obra de arte en zonas deterioradas.

La figura 168 nos muestra una comparativa de todos los espectros resultantes del color muestra-control y del color muestra con las telas a estudiar sobrepuestas.

¹ La consolidación de refuerzo en textiles se realiza, en el sistema de sándwich mediante la superposición tanto en la parte superior como en la parte inferior de tejidos de consolidación sujetos mediante unas puntadas determinadas. Dicho proceso da consistencia a las obra de arte textil, sobre todo en aquellas en que su estado de conservación es más débil.



Transparencia

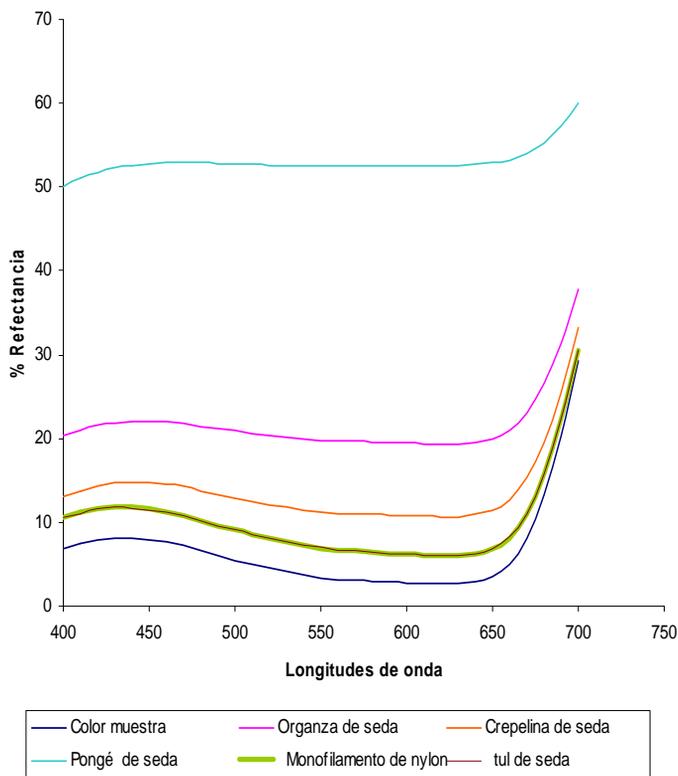


Figura 168. Comparativa de los espectros (% Reflectancia, Longitud de onda (nm)), a partir de un color muestra al que hemos superpuesto los tejidos estudiados.

Según estos resultados se deduce que el tejido que menos modifica el color muestra es el monofilamento de nylon y el tul de seda, siendo el pongé de seda el que más lo modifica, por lo tanto, será el que resultaría menos transparente como tejido de refuerzo superior.



La crepelina de seda, uno de los materiales más utilizados en estas intervenciones, modifica el color muestra en mayor medida que el monofilamento de nylon y el tul de seda, pero en menor medida que la organza; a pesar de ello, en una consolidación textil se buscaría realizar un proceso de teñido que paliaría estas diferencias. Sin embargo, habría que considerar como alternativa los tejidos de red pues evitarían el costoso y laborioso proceso de teñido, ya que en su estado natural, la modificación cromática es inferior.

La diferencia entre los dos tejidos de punto en cuanto a transparencia es mínima, pero si se hubiera de conseguir exactamente un color o máxima invisibilidad, también tendríamos que recurrir al teñido.

A continuación, en la tabla 120, se exponen unas macrofotografías de un mantón de Manila con los tejidos de nuestro estudio sobrepuestos, que ilustran como afecta este tipo de intervenciones a nivel visual en el mantón.

Se aprecia como unas telas de consolidación no modifican prácticamente la pieza y otras si, confiriendo al proceso de intervención de consolidación más importancia visual de la deseada.



Tabla 120. Comparativa de macrofotografías de diferentes tejidos llevados a estudio en un proceso de consolidación textil sobre un Mantón de Manila.

Tejido	Mantón con tejidos de consolidación
Crepelina de seda	
Monofilamento de nylon	
Organza de seda	



La crepelina de seda, uno de los materiales más utilizados en estas intervenciones, modifica el color muestra en mayor medida que el monofilamento de nylon y el tul de seda, pero en menor medida que la organza; a pesar de ello, en una consolidación textil se buscaría realizar un proceso de teñido que paliaría estas diferencias. Sin embargo, habría que considerar como alternativa los tejidos de red pues evitarían el costoso y laborioso proceso de teñido, ya que en su estado natural, la modificación cromática es inferior.

La diferencia entre los dos tejidos de punto en cuanto a transparencia es mínima, pero si se hubiera de conseguir exactamente un color o máxima invisibilidad, también tendríamos que recurrir al teñido.

A continuación, en la tabla 120, se exponen unas macrofotografías de un mantón de Manila con los tejidos de nuestro estudio sobrepuestos, que ilustran como afecta este tipo de intervenciones a nivel visual en el mantón.

Se aprecia como unas telas de consolidación no modifican prácticamente la pieza y otras si, confiriendo al proceso de intervención de consolidación más importancia visual de la deseada.



En cuanto a los resultados obtenidos en las variaciones de color tras someter dichos tejidos de consolidación a los distintos procesos de envejecimiento artificial acelerado, dividiremos los resultados por cámaras, para comparar todos los materiales entre sí, valorando sus reacciones frente a un mismo factor de deterioro.

Envejecimiento artificial acelerado por radiación UV

De todos los tejidos es el monofilamento de nylon el que prácticamente no modifica sus índices colorimétricos en comparación con el resto. Mientras que es el tul de seda el que presenta mayor variación, esto podría ser causado por el componente de blanco óptico que lleva el tejido de forma comercial y que podría haberse perdido.

Por lo general, se ve una tendencia muy definida de los tejidos de seda a perder luminosidad y virar a más amarillentos. (figura 169 y tabla 121).



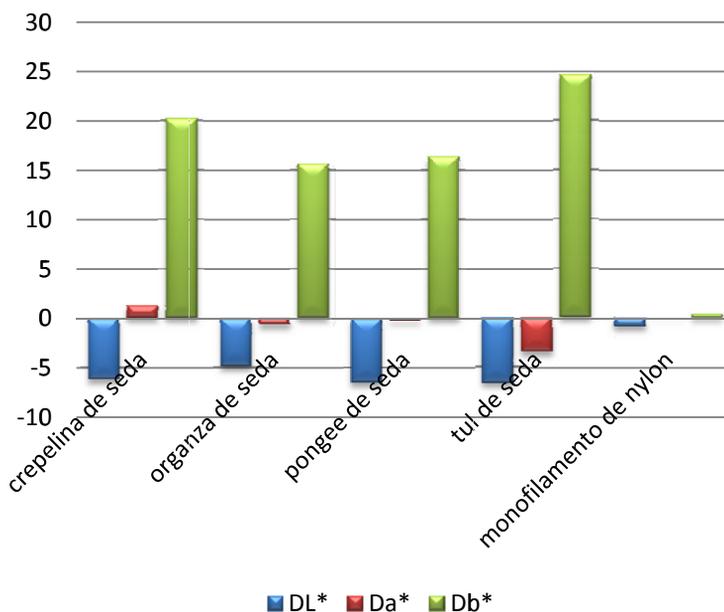


Figura 169. Grafica comparativa de los diferenciales cromáticos de los tejidos tras someterlos a un envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

Tabla 121. Tabla comparativa de los diferenciales cromáticos de los tejidos llevados a estudio tras someterse a un envejecimiento artificial acelerado mediante radiación ultravioleta.

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
Crepelina de seda	-6,2004	1,3280	20,2397
Organza de seda	-4,9110	-0,6922	15,666
Pongee de seda	-6,5085	-0,2639	16,4298
Tul de seda	-6,6775	-3,5283	24,6699
Monofilamento de nylon	-0,8907	0,0573	0,3732



Envejecimiento artificial acelerado por calor seco

En el caso del envejecimiento artificial acelerado por calor seco, se puede señalar que son la crepelina y la organza de seda los tejidos que más varían sus índices de luminosidad.

En el parámetro a^* y b^* , el monofilamento de nylon es el que experimenta variaciones mayores junto con el tul de seda, adquiriendo ambos una tonalidad más verdosa que el resto.

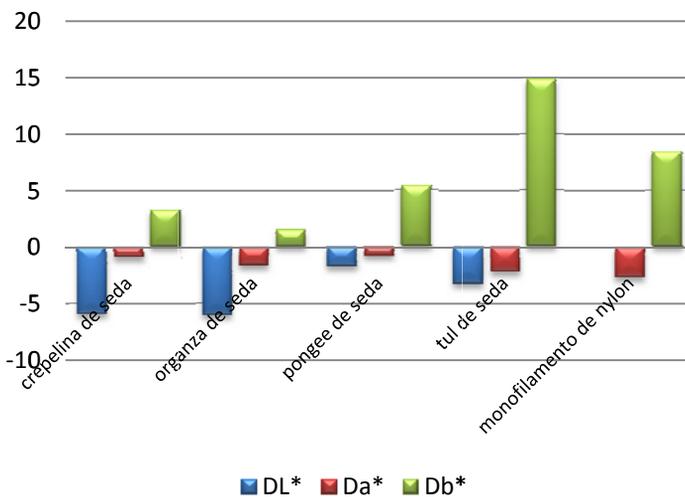


Figura 170 Grafica comparativa de los diferenciales cromáticos de los tejidos tras someterse a un envejecimiento artificial acelerado mediante calor seco.



Tabla 122. Tabla comparativa de los diferenciales cromáticos de los tejidos llevados a estudio tras someterse a un envejecimiento artificial acelerado mediante calor seco.

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
Crepelina de seda	-5,9908	-0,9416	3,2851
Organza de seda	-6,0914	-1,6556	1,5421
Pongé de seda	-1,8039	-0,8387	5,4422
Tul de seda	-3,3401	-2,2719	14,89
Monofilamento de nylon	0,0082	-2,7256	8,4927

Envejecimiento artificial acelerado por calor húmedo

En lo referente a las variaciones cromáticas causadas por el calor húmedo en estos tejidos, habría que indicar en primer lugar que los resultados obtenidos son muy diferentes a los obtenidos mediante los otros dos factores de degradación.

De todos los tejidos de consolidación, el monofilamento de nylon es el que en mayor medida modifica sus índices de luminosidad, en comparación con los demás tejidos de seda.



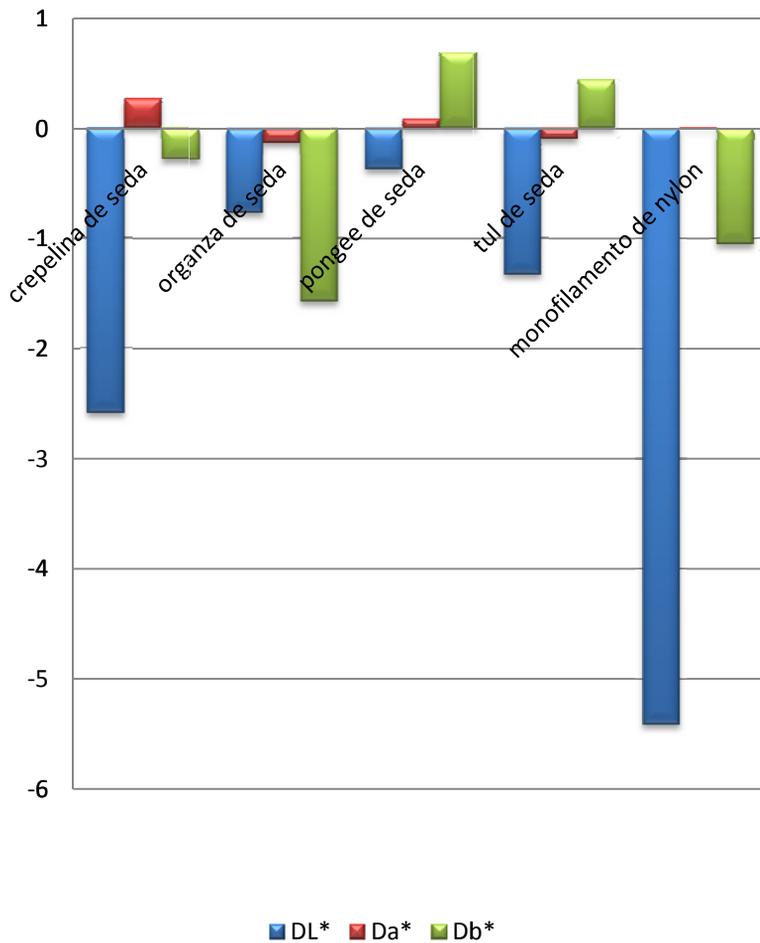


Figura 171. Grafica comparativa de los diferenciales cromáticos de los tejidos llevados a estudio tras someterse a un envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

587



Tabla 123. Tabla comparativa de los diferenciales cromáticos de los tejidos llevados a estudio tras someterse a un envejecimiento artificial acelerado mediante calor húmedo

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
Crepelina de seda	-2,5953	0,2666	-0,2881
Organza de seda	-0,7700	-0,1300	-1,577
Pongé de seda	-0,3734	0,0829	0,6918
Tul de seda	-1,3347	-0,0978	0,4444
Monofilamento de nylon	-5,4134	0,0108	-1,0502

Evaluación a nivel cromático entre los tres factores de degradación

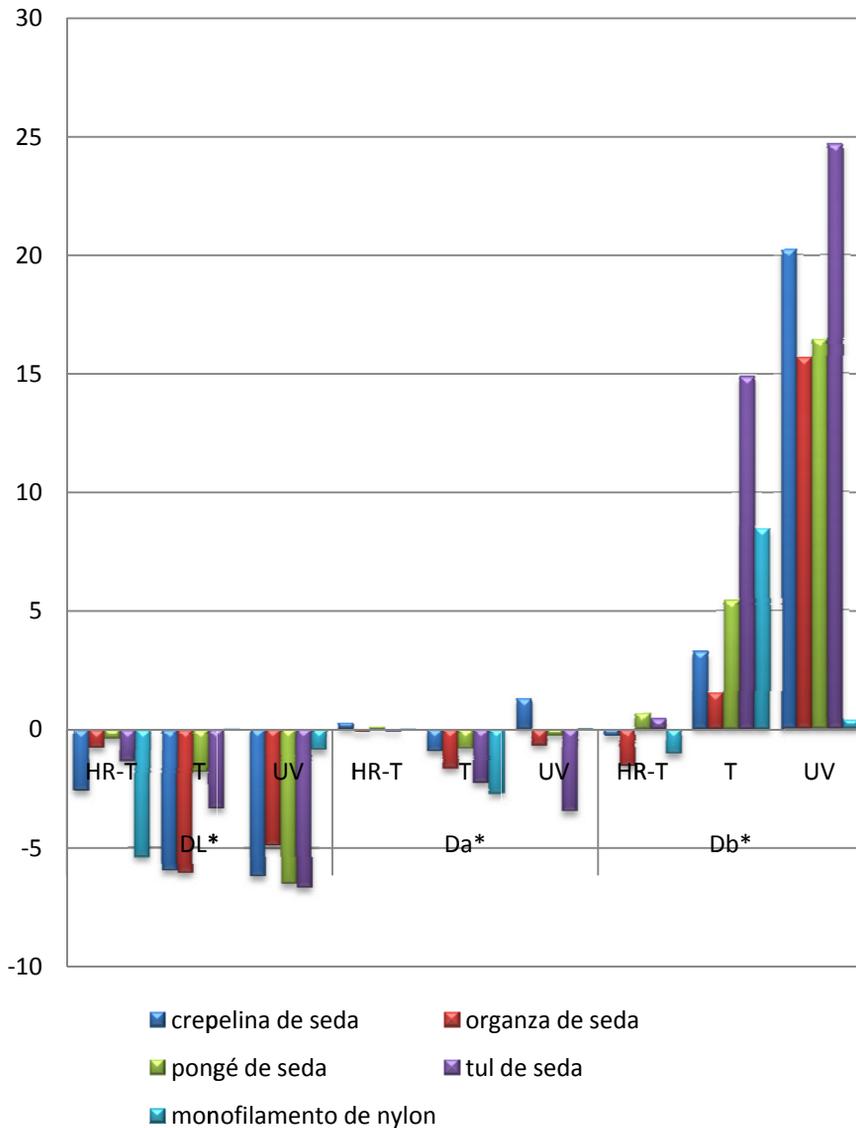
Con el fin de poder establecer cuál de los tres agentes de alteración afecta en mayor grado a nivel cromático a los tejidos de consolidación estudiados, se realiza la siguiente comparativa en la figura 172 y tabla 124 de sus diferenciales cromáticos.

De manera general, señalar que es la radiación UV el agente de deterioro que más afecta tanto a la luminosidad de los tejidos naturales, como al mayor incremento de amarilleamiento.

Mientras que el calor húmedo lo que proporciona es una disminución notoria de los índices de luminosidad en el nylon.



Figura 172. Comparativa de la variación cromática de los distintos tejidos de consolidación tras ser sometidos a los distintos agentes de degradación



585



Tabla 124. Resultados de la variación cromática de los distintos tejidos de consolidación tras ser sometidos a los distintos agentes de degradación.

ΔL^*			
TEJIDOS ESTUDIADOS	HR-T	T	UV
crepelina seda	-2,5953	-5,9908	-6,2004
organza de seda	-0,7700	-6,0914	-4,911
pongé de seda	-0,3734	-1,8039	-6,5085
tul de seda	-1,3347	-3,3401	-6,6775
monofilamento	-5,4134	0,0082	-0,8907
Δb^*			
TEJIDOS ESTUDIADOS	HR-T	T	UV
crepelina seda	-0,2881	3,2851	20,2397
organza de seda	-1,577	1,5421	15,666
pongé de seda	0,6918	5,4422	16,4298
tul de seda	0,4444	14,8900	24,6699
monofilamento	-1,0502	8,4927	0,3732



Δa^*			
TEJIDOS ESTUDIADOS	HR-T	HR-T	HR-T
crepelina seda	0,2666	0,2666	0,2666
organza de seda	-0,1300	-0,1300	-0,1300
pongé de seda	0,0829	0,0829	0,0829
tul de seda	-0,0978	-0,0978	-0,0978
monofilamento	0,0108	0,0108	0,0108

PROPIEDADES MECÁNICAS

A continuación se presenta una evaluación de los materiales de consolidación sin envejecer, tomando como referencia su capacidad de resistencia, su resistencia a la rotura y su capacidad de elongación (figura 173).

Valoraremos comparativas de tejidos con gramajes similares (tul de seda, monofilamento de nylon y la crepelina de seda) (figura 174).

El tul de seda es el material que menos resistencia a la rotura tiene aunque los valores son similares en el monofilamento de nylon y en la crepelina de seda. El pongé es el tejido que más resistencia a la rotura muestra. (figura 173)

Cabe remarcar, que existe una gran diferencia entre la resistencia a la rotura de la TR y la UR de un tejido de red, siendo las TR las que precisan más newtons para romper que las UR.



Estos valores son más acusados en el monofilamento de nylon, llegando a obtener en TR los mismos resultados que la crepelina de seda, tejido de transparencia similar, aunque necesita más newtons para partir (figura 174).

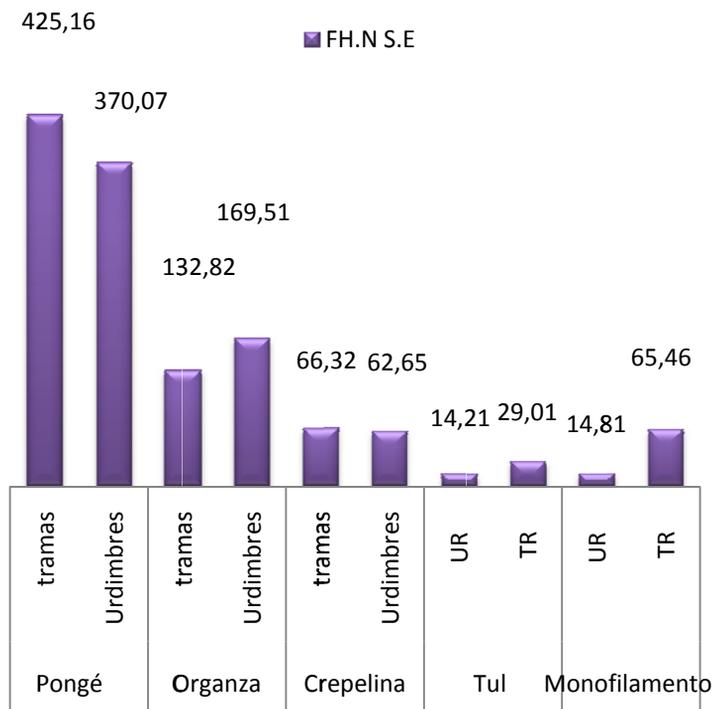


Figura 173. Newtons necesarios para partir en los materiales de consolidación sin envejecer.

En el caso del monofilamento de nylon y el tul de seda, en UR son semejantes los valores de fuerza (N) que requieren para romper, mientras que existe una gran diferencia en TR.



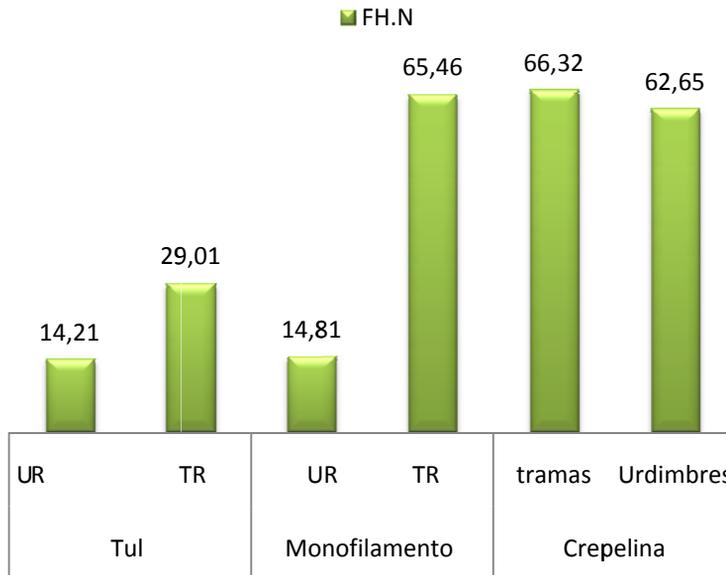


Figura 174. Comparativa de la resistencia a la rotura de dos tejidos de red en comparación con los tejidos de trama tafetán más similares en transparencia.

En cuanto a la capacidad de resistencia (figura 175), los resultados indican que el pongé de seda posee los valores mayores en comparación con el tul de seda que es el tejido de menor capacidad de resistencia. Mientras que el monofilamento de nylon y el tul de seda, en columnas, presentan valores del mismo orden.

593



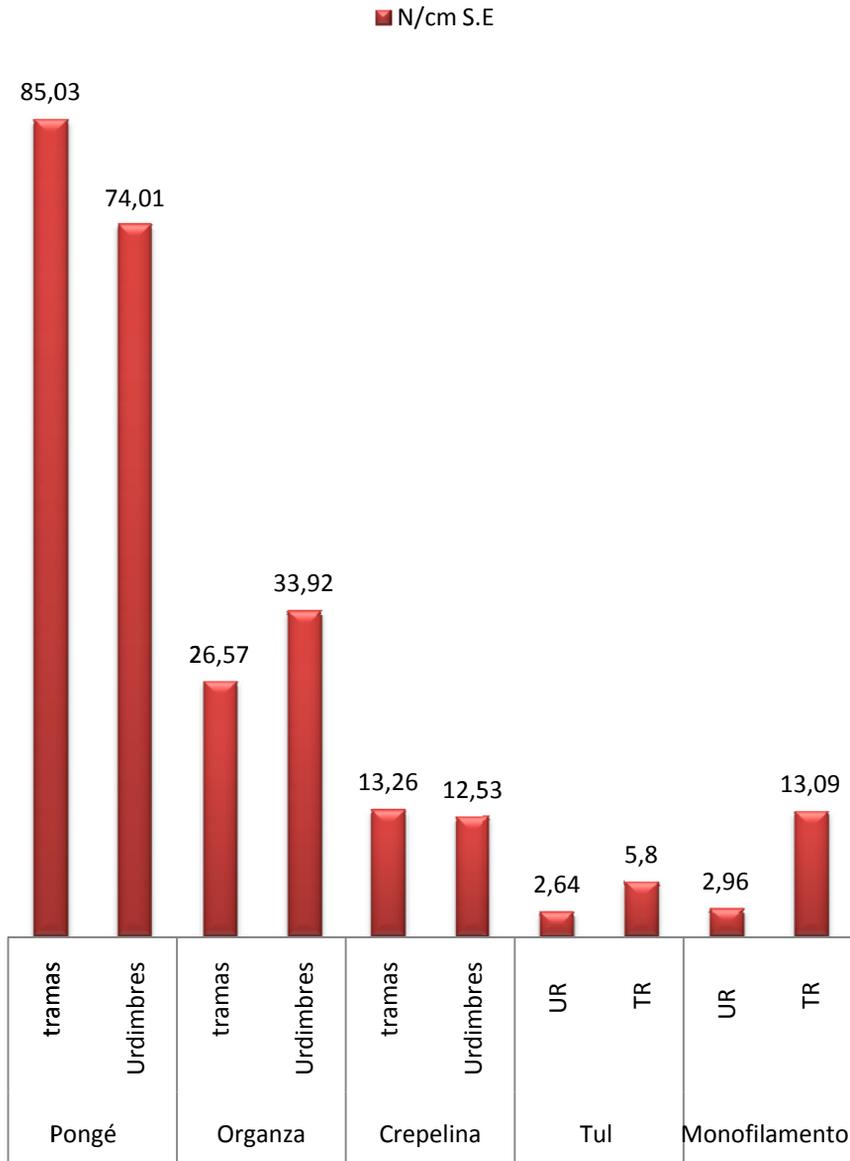


Figura 175. Capacidad de resistencia de todos los tejidos de consolidación sin envejecer.

594



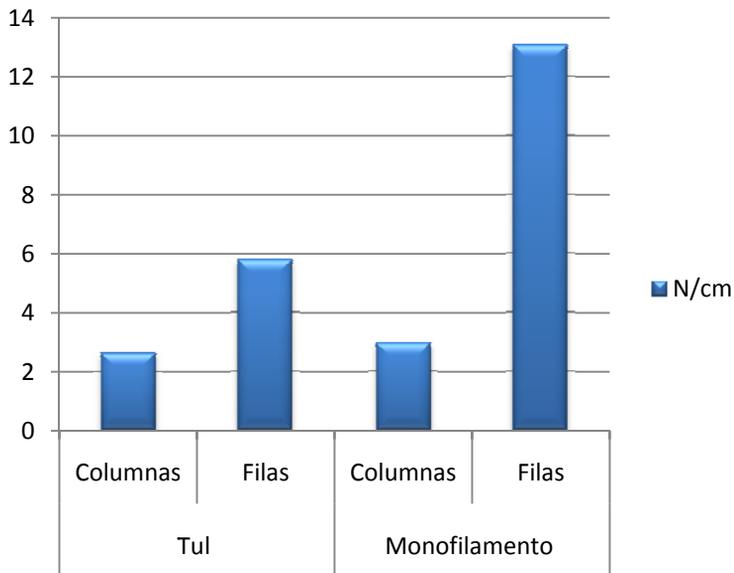


Figura 176. Capacidad de resistencia de los tejidos de ligamento en red.

En la figura anterior se evidencia la diferencia existente entre el tul natural y sintético, presentando más capacidad de resistencia el monofilamento de nylon.

Estos resultados demostrarían que se puede considerar al monofilamento de nylon como el material más idóneo para ser empleado como tejido superior de consolidación en los sistemas de refuerzo, siempre y cuando se aproveche su mayor rendimiento en filas, similar al rendimiento que ofrece la crepelina de seda, tejido muy utilizado en nuestro campo (figura 177).

595



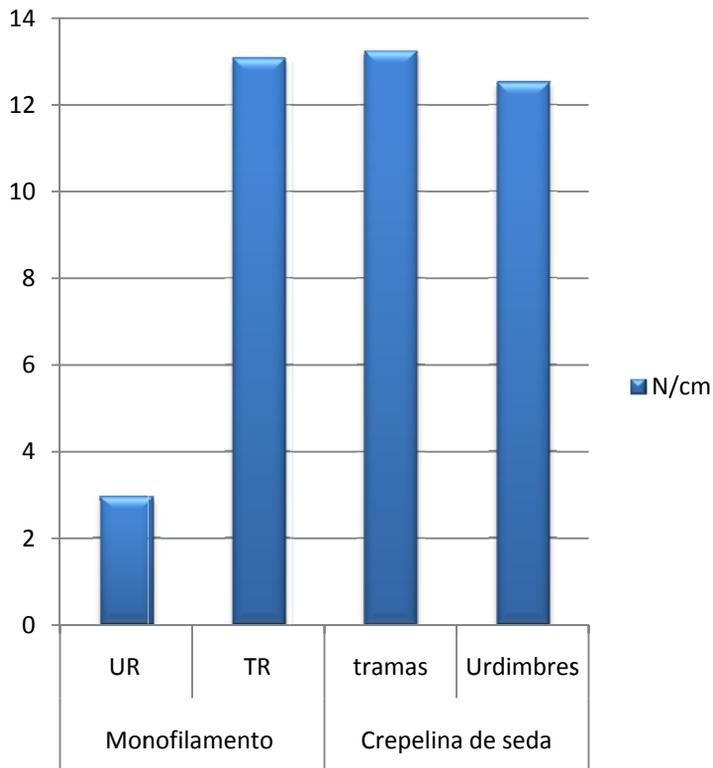


Figura 177. Capacidad de resistencia de la crepelina de seda y el monofilamento de nylon.

Por otro lado, desde el punto de vista de los conservadores-restauradores de textiles, la capacidad de alargamiento es otro parámetro relevante, dado que los tejidos más óptimos serían aquellos que mejor se adaptasen tanto a las obras de arte a conservar, como a los movimientos de sus tejidos constituyentes.

915



En la figura siguiente se observa como el monofilamento de nylon es el tejido con más capacidad de alargamiento, tanto en TR como en UR y por lo tanto, se podría considerar nuevamente como el material más idóneo en cualidades de transparencia, adaptación o alargamiento y resistencia.

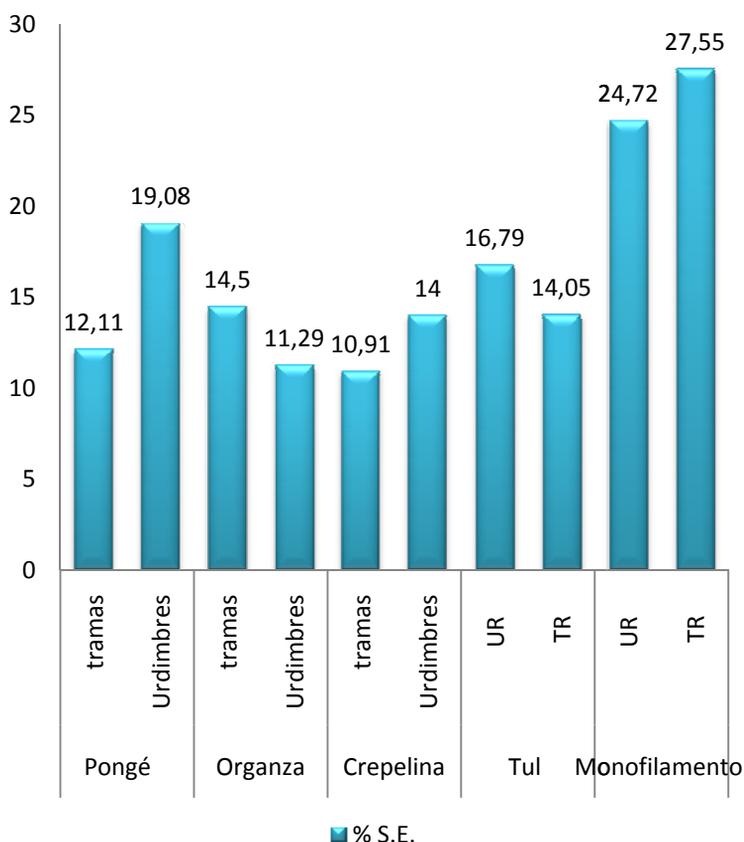


Figura 178. Capacidad de alargamiento de los tejidos de consolidación sin envejecer.

165



Por lo tanto, como un restaurador de textiles busca tanto un óptimo comportamiento de alargamiento en los tejidos de consolidación como un elevado grado de transparencia, se puede afirmar que el monofilamento de nylon y el tul de seda cumplen ambas premisas de transparencia y elongación de manera muy adecuada (figura 179).

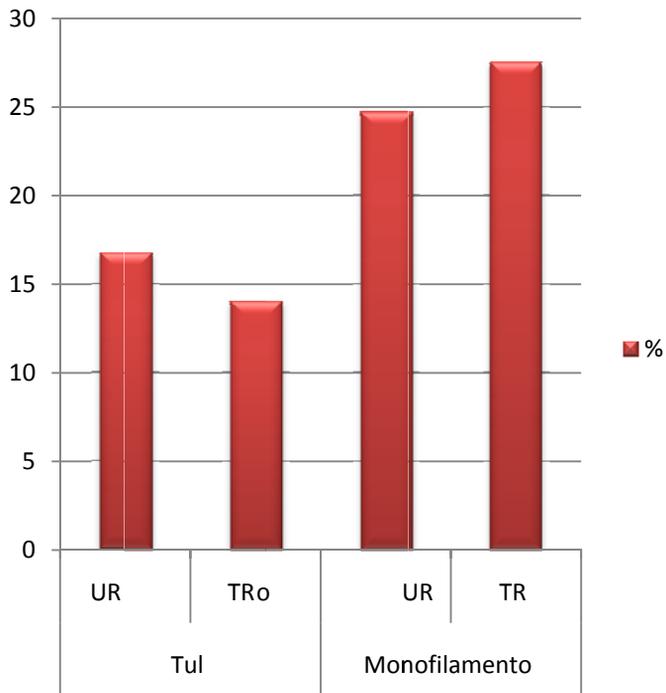


Figura 179. Capacidad de alargamiento en TR y UR de los tejidos de punto sin envejecer.

815
598



Por otro lado, la crepelina de seda a pesar de ser un material muy empleado en el campo de la conservación textil, es el tejido con menor capacidad de alargamiento de entre los de similares características de gramaje y transparencia. (figura 180).

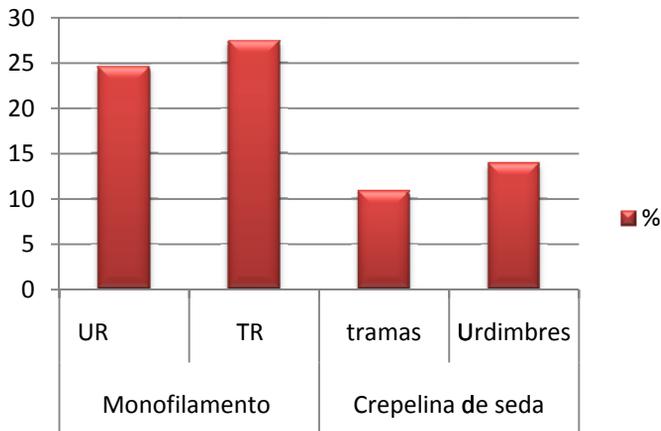


Figura 180. Capacidad de alargamiento del monofilamento de nylon y la crepelina de seda.

Envejecimiento artificial acelerado por radiación UV

En general, los tejidos de consolidación de seda tras ser sometidos a radiación UV durante un ciclo de 72h experimentan una disminución de la resistencia a la rotura. (figura 181).

599



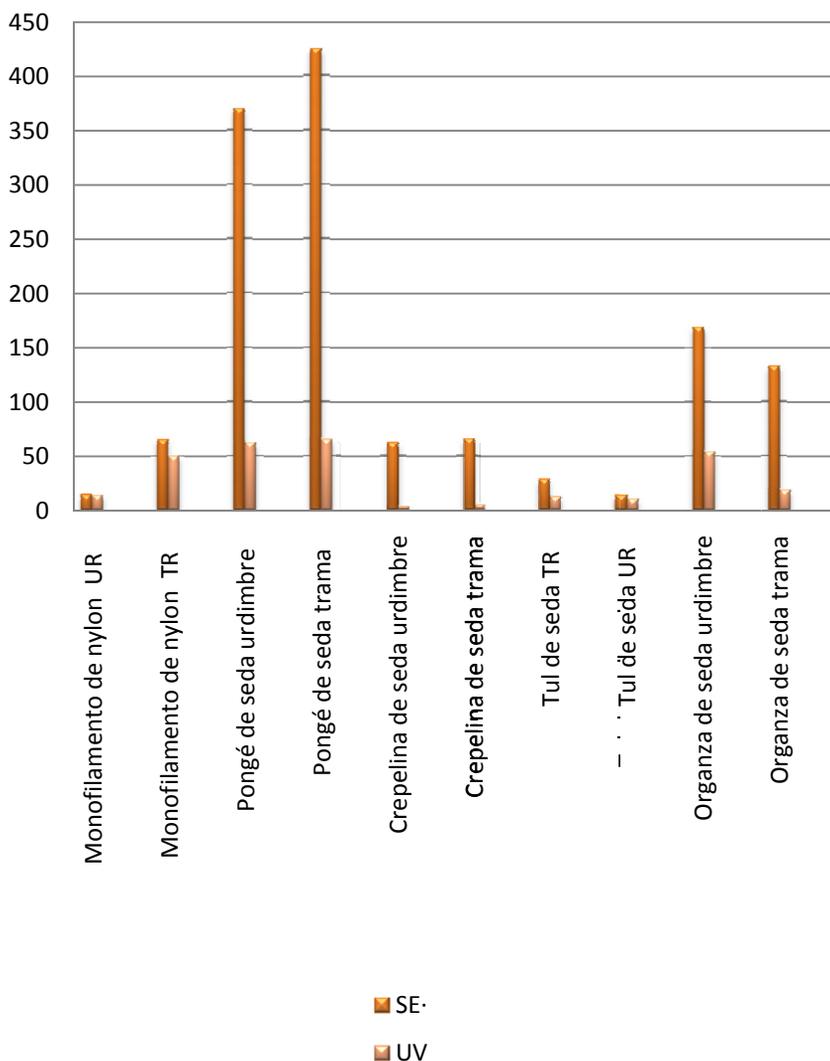


Figura 181. Gráfico comparativo de los newtons necesarios para partir en los tejidos llevados a estudios envejecidos por radiación ultravioleta y sin envejecer.



Estos resultados demostrarían que los tejidos naturales de seda son los que presentan una merma en resistencia mucho más acusada, por ejemplo, el Pongee de seda reduce su capacidad de forma drástica como muestra la figura siguiente, esto es indicativo de la gran influencia de la radiación UV como factor de degradación de la seda, unida a la estructura característica de tejido plano de pongé con hilos sin torsión.

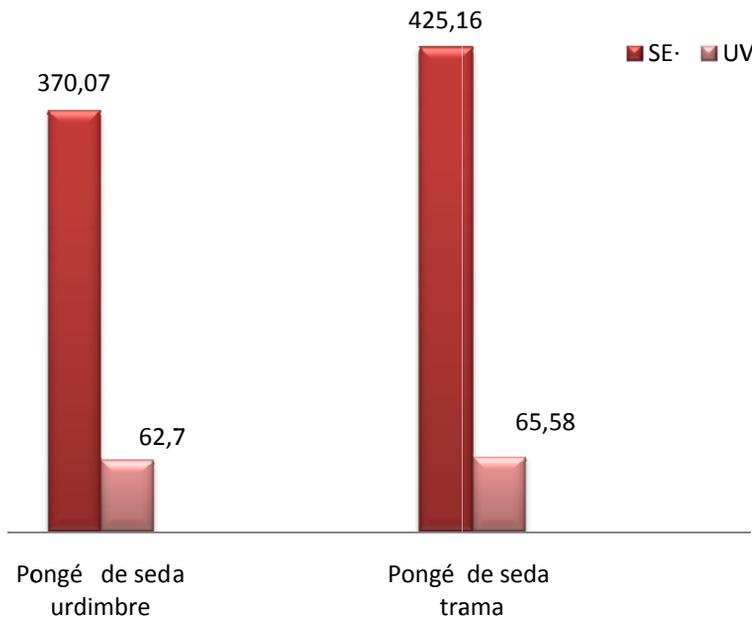


Figura 182. Gráfico comparativo del tejido natural de seda Pongee, envejecido por radiación UV y sin envejecer.



Mientras que el monofilamento de nylon es el tejido que en menor medida se ve afectado por esta radiación (figura 183)

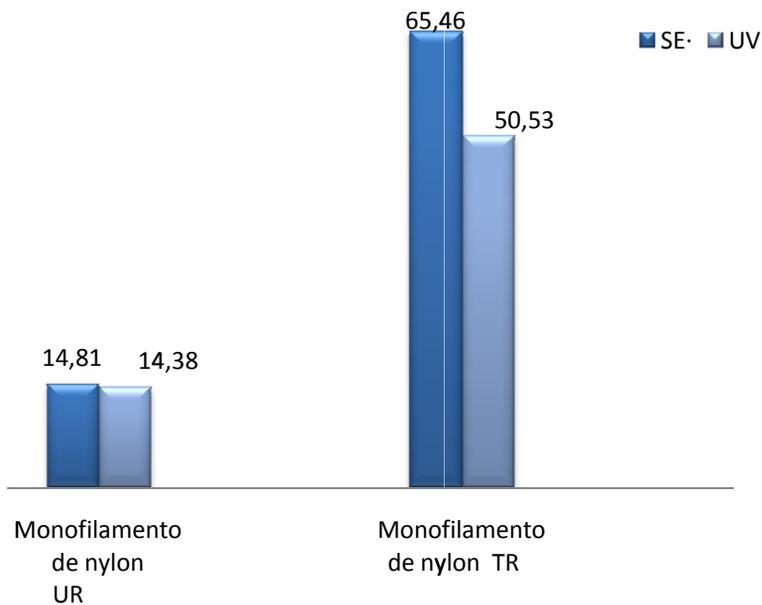


Figura 183. Gráfico comparativo del tejido monofilamento de nylon, envejecido por radiación UV y sin envejecer

Dentro de los tejidos naturales, el tul de seda, es el que experimenta menor variación en porcentaje. En cambio, respecto al monofilamento de nylon, esta merma es muy acusada (figura 184).

602



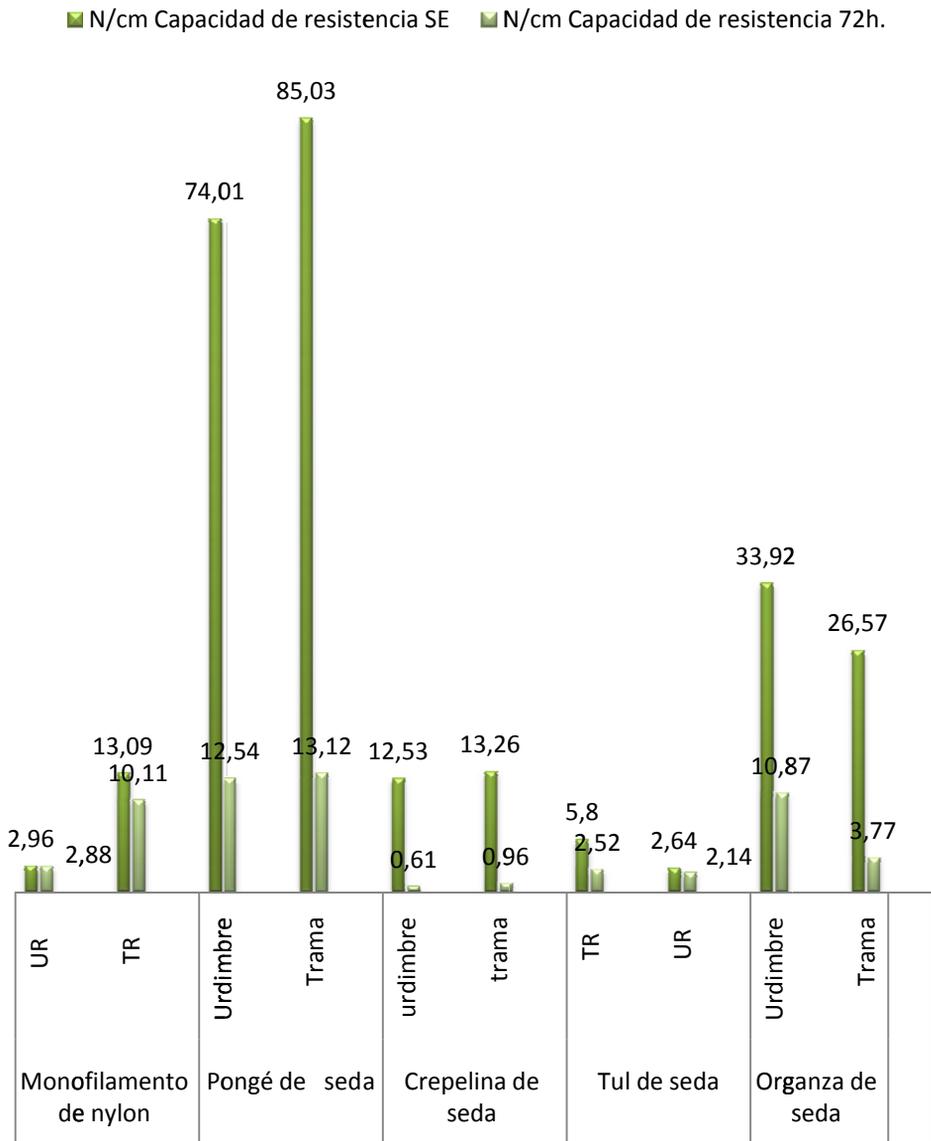


Figura 184. Gráfico comparativo de la capacidad de resistencia en los tejidos envejecidos por radiación UV y sin envejecer.

603



A los tejidos de ligamento de calada pese a ser de seda, idéntico material que el tul, les afecta más este factor de deterioro, consideramos que el ligamento es el que en el tejido de punto hace que no pierda tanta elasticidad como en los tejidos de calada. La crepelina de seda sin envejecer presenta una capacidad de resistencia muy superior al tul de seda. Sin embargo, tras ser envejecida, la merma de su capacidad de resistencia es mucho más acusada que la merma que sufre el tul de seda. (figura 185).

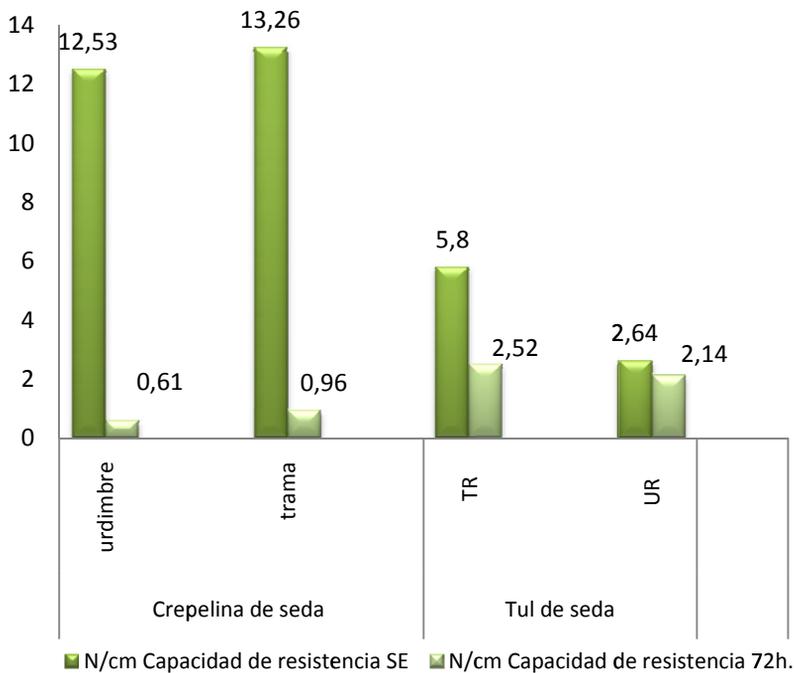


Figura 185. Gráfico comparativo de la capacidad de resistencia de los tejidos de seda, crepelina y tul, envejecidos por radiación ultravioleta y sin envejecer.



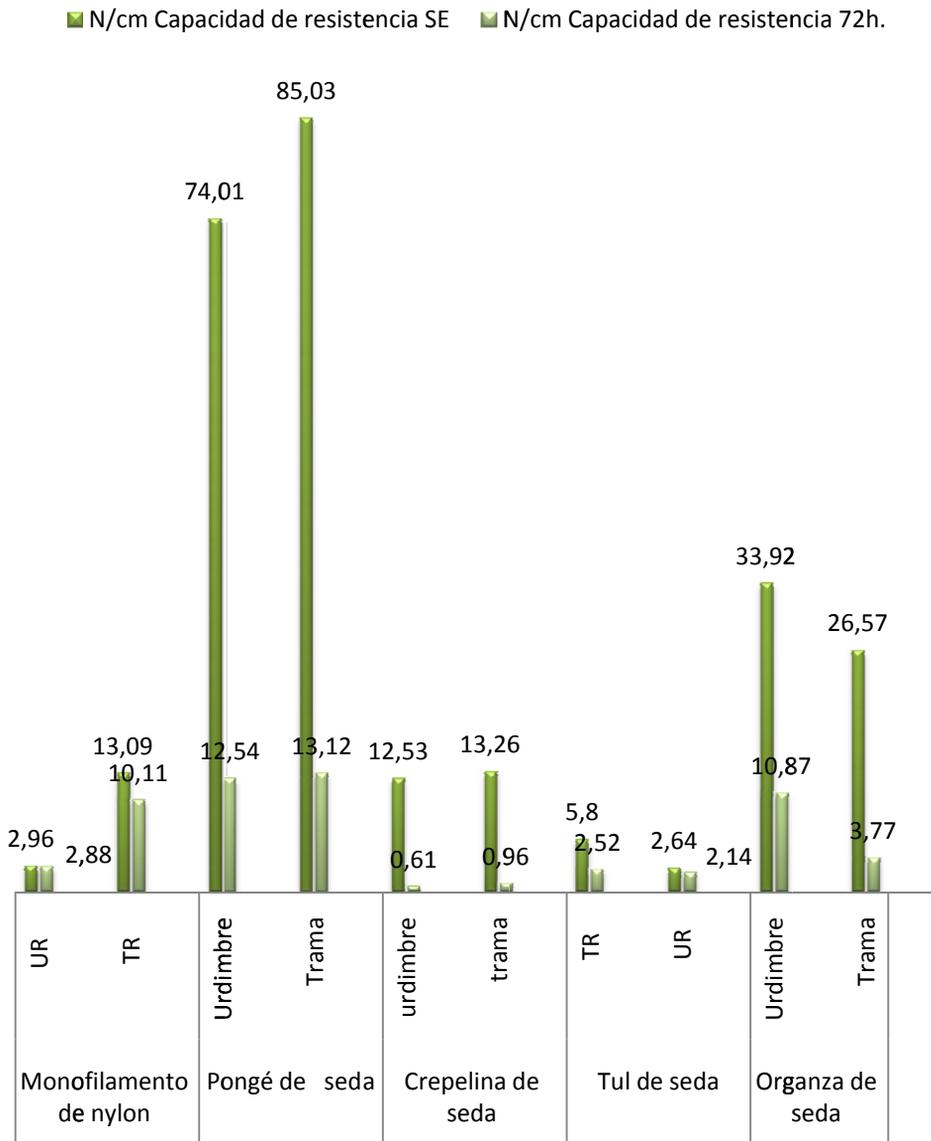


Figura 184. Gráfico comparativo de la capacidad de resistencia en los tejidos envejecidos por radiación UV y sin envejecer.

605



Cámara de envejecimiento acelerado por calor seco

El comportamiento de estos materiales de consolidación tras ser expuestos a un ciclo de 72h en calor seco, es similar al que presentaban en el caso de la exposición a radiación UV, es decir, en ambos casos, se produce una disminución de la resistencia a la rotura en los tejidos de seda y una variación mucho más leve en el tejido de nylon (figura 187).

Respecto al parámetro de la capacidad de resistencia de estos materiales tras ser expuestos al calor seco, indican que no les afecta tanto como su exposición a la radiación ultravioleta (figura 188).

En cambio, en su capacidad de elongación, si se producen mayores variaciones. Así, tanto el pongé como la crepelina de seda son los materiales que más se ven afectados, siendo esta disminución mucho más acusada que en los otros tejidos.

También, se puede apreciar que los tejidos de punto, son los que menos merman esta capacidad de elongación, llegando incluso a aumentar en el tul de seda, probablemente debido a la debilitación del tejido de seda por el calor seco, permitiendo que el ligamento de punto se deforme o se estire con mayor facilidad, lo que en la realidad no da valores de mayor elongación si no que el tejido se “mini-fractura” y estira más (figura 189).



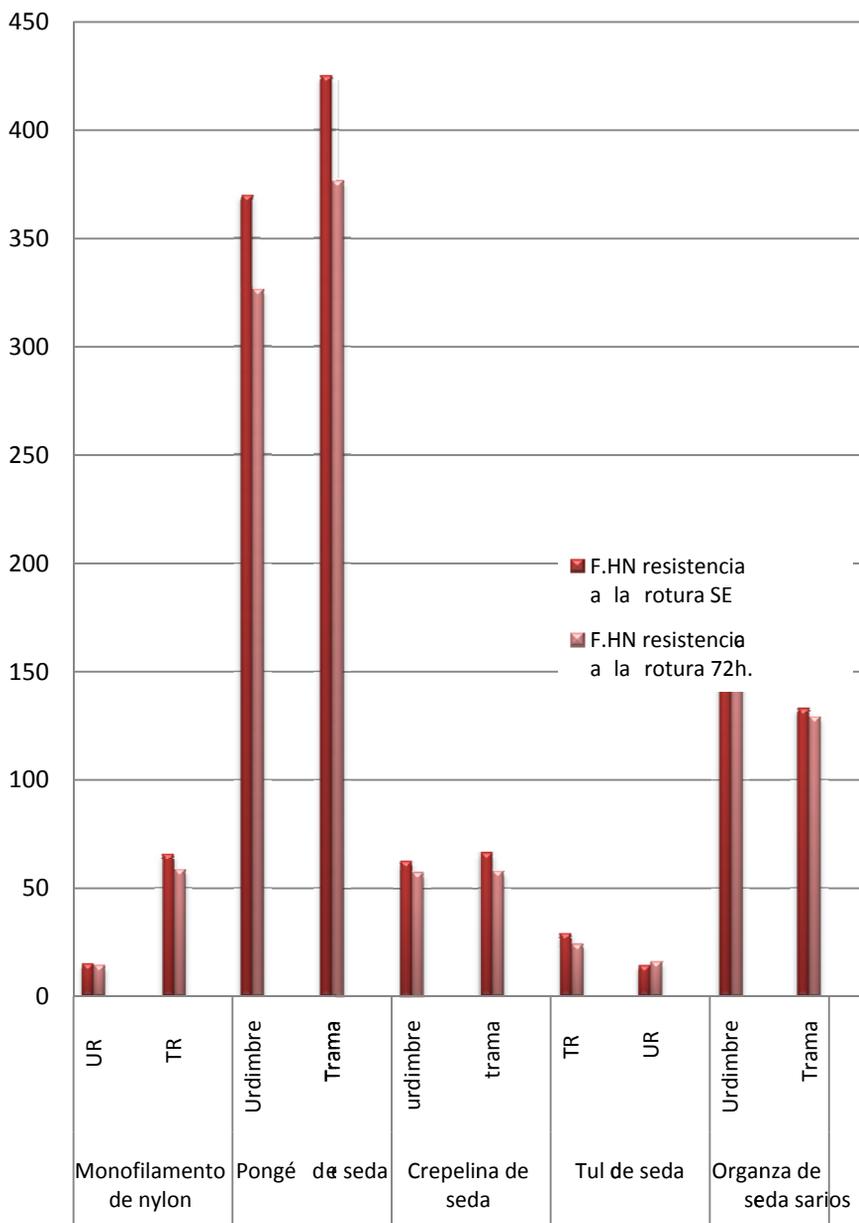


Figura 187. Gráfico comparativo de la resistencia a la rotura de los tejidos envejecidos por calor seco y sin envejecer.

607



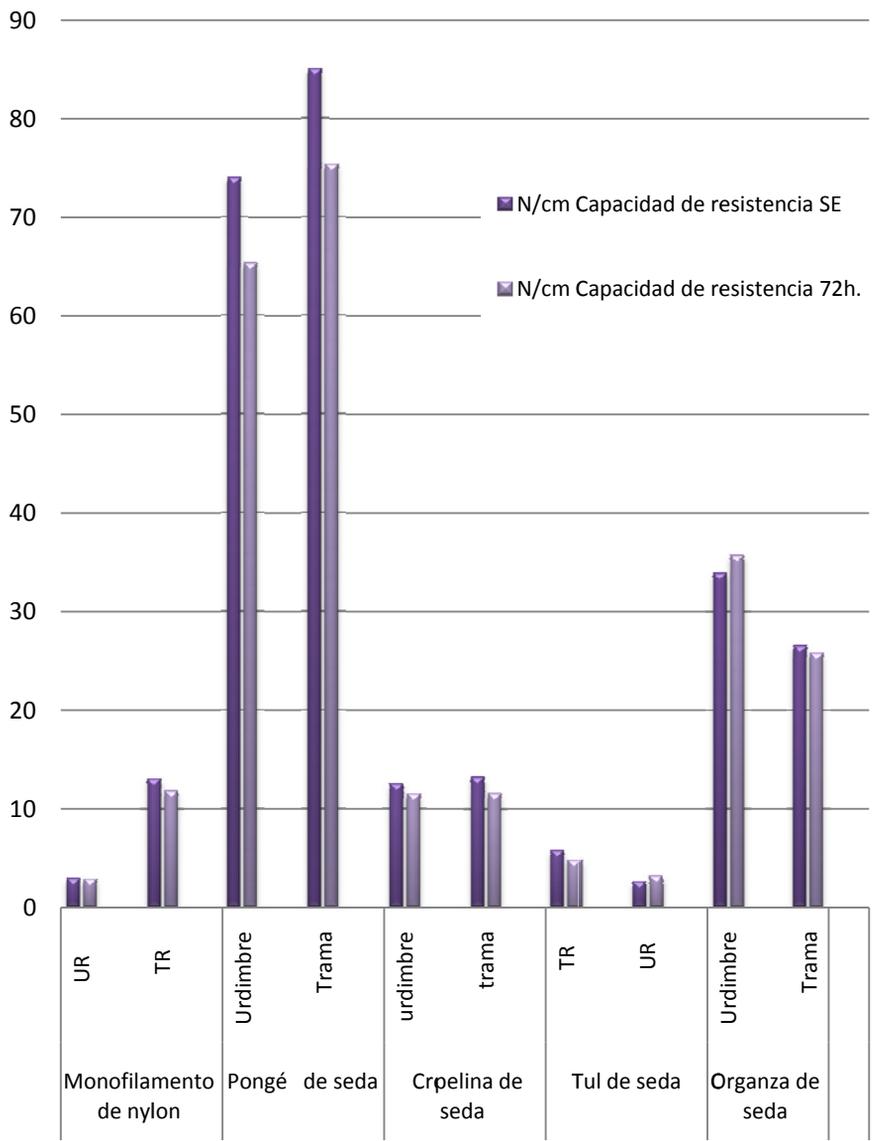


Figura 188. Gráfico comparativo de la capacidad de resistencia de los tejidos envejecidos por calor seco y sin envejecer.

809



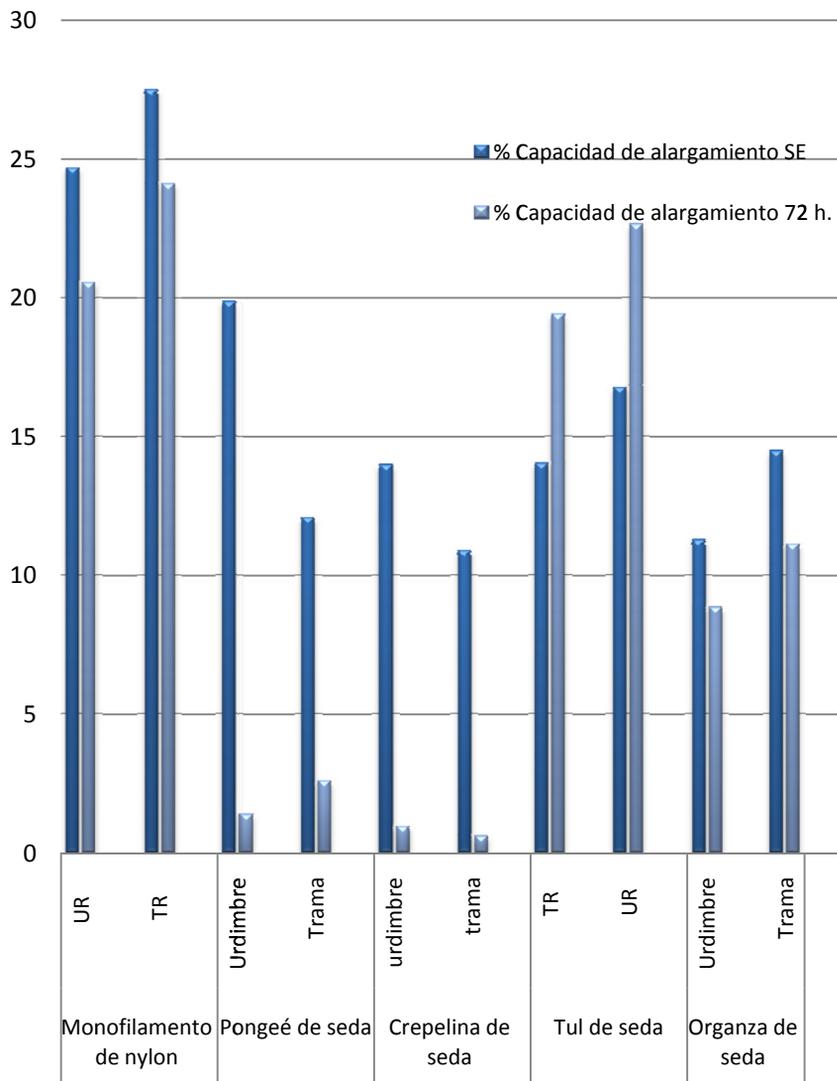


Figura 189. Gráfico comparativo de la capacidad de alargamiento de los tejidos envejecidos por calor seco y sin envejecer.

609



Cámara de envejecimiento acelerado de calor húmedo.

Tanto los valores de la resistencia a la rotura (figura 190), como los de la capacidad de resistencia (figura 191) de los distintos materiales tras su exposición a un ciclo de 72h en calor húmedo, indican de forma generalizada que les afecta muy levemente, incluso algunos mejoran sus valores iniciales como es el caso de la organza de seda.

Por otro lado, respecto a los resultados de la capacidad de elongación en los tejidos de punto y en los tejidos de calada, se observa como en el primer caso estos valores aumentan y en el segundo caso disminuyen de manera leve (figura 192).





Figura 190. Gráfico comparativo de la resistencia a la rotura de los tejidos envejecidos por calor húmedo y sin envejecer



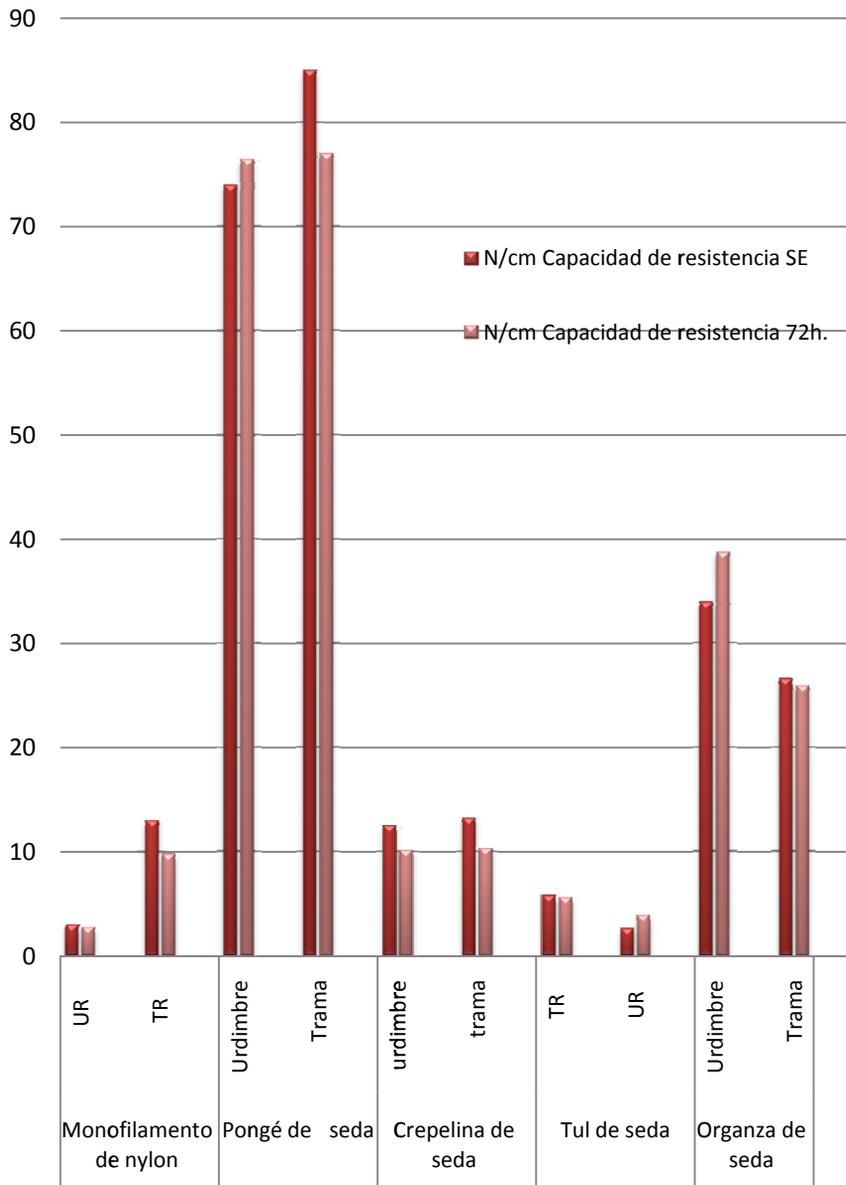


Figura 191. Gráfico comparativo de la capacidad de resistencia de los tejidos envejecidos por calor húmedo y sin envejecer



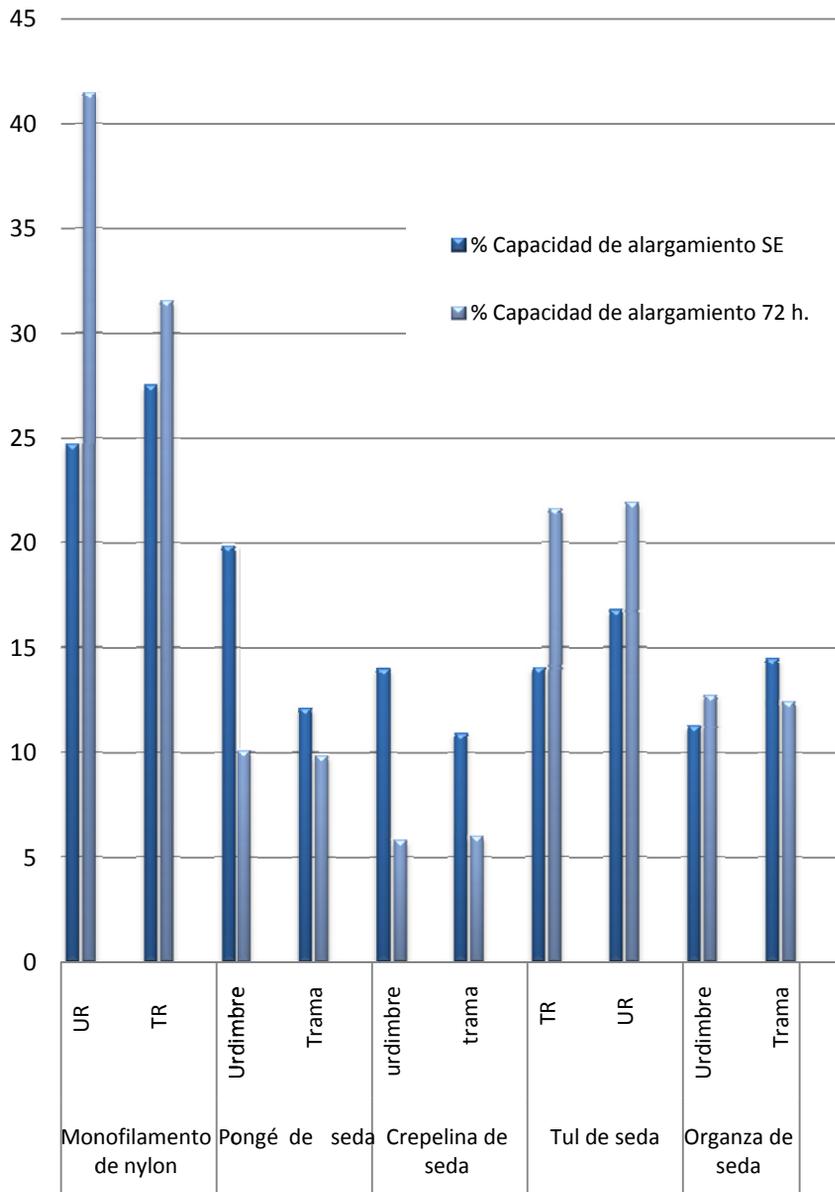


Figura 192. Esquema de la capacidad de alargamiento de los tejidos envejecidos por calor húmedo y sin envejecer.

613



PROPIEDADES ESTRUCTURALES

Los cambios estructurales sufridos por los distintos materiales de consolidación tras ser sometidos a los diferentes factores de degradación van a ser evaluados a partir de la comparación de los grados de cristalinidad* calculados para cada uno de ellos tras obtener sus espectros IR

Tabla 125. Evaluación de Grado de cristalinidad de los tejidos de consolidación sometidos a los distintos factores de degradación

Factor de degradación	Grado de Cristalinidad, I_{1261} / I_{1234}				
	Tejidos de Calada			Tejidos de punto	
	Crepelina de seda	Organza de seda	Pongé de seda	Tul de seda	Monofilamento de nylon
SE	0,8286	0,8033	0,7632	0,7852	1,6109
UV-72h	0,8192	0,8410	0,7891	0,7672	1,5659
T105C-72h	0,8018	0,7667	0,7593	0,7604	1,5705
T/HR-72h	0,8088	0,7731	0,7569	0,7754	1,5528

De manera general, los valores calculados y que se han presentado en la tabla anterior, indican que se llega a distinguir su origen natural del sintético de un tejido de seda por el orden del valor del grado de cristalinidad, siendo alrededor de 0,8 en los naturales y de un 1,6 en el sintético. Con lo que podemos suponer que dado que un mayor grado de cristalinidad indica que se trata de un polímero más cristalino, es decir, más ordenado y más rígido, y que a menor grado de cristalinidad un polímero es más amorfo, menos cristalino y por tanto, más elongable, estos valores nos inducen a pensar que su comportamiento frente a los tres factores de degradación también será distinto.

* E. Marsano et al. / *International Journal of Biological Macromolecules* 37 (2005) 179–188



Así, se aprecia como en los tejidos de organza y pongé se incrementa la cristalinidad tras ser expuestos a la radiación UV, es decir, este factor de degradación los rigidifica, mientras que tanto en la crepelina como en el tul y monofilamento su cristalinidad disminuye, lo que los convierte en tejidos menos rígidos pero más elongables.

Respecto a los factores de degradación del calor seco y húmedo, indicar que, en los tejidos naturales y sintéticos la cristalinidad disminuye transformándose en polímeros más elongables.

Después es el calor seco, seguido del calor húmedo, el que en los tejidos de calada genera este mismo comportamiento; mientras que en los tejidos de punto se altera su efecto.





Recreación de la consolidación textil

Puntadas de refuerzo

A-Consolidaciones con “*punto de restauración*” con diferentes materiales.

Como se ha apuntado en el apartado de la parte experimental, se ha simulado el sistema de consolidación sobre un tejido a tratar, haciendo probetas superponiendo el tejido de consolidación a la obra a intervenir.

Con el punto de restauración, hemos tenido en cuenta que se trata de un cosido artesanal, lo que implica que no todas las puntadas son iguales como lo podría realizar una máquina de coser, dando de esta forma una puntada desigual. Todas las puntadas que se han realizado han sido cosidas por las mismas manos, lo que simularía la forma de trabajo de un conservador-restaurador de textiles. Se han utilizado tres materiales para realizar este estudio:

1. Crepelina de seda
2. Monofilamento de nylon
3. Tul de seda

1-Sistemas de consolidación textil con crepelina de seda

La crepelina de seda es el tejido que más nos encontramos en las intervenciones de consolidación durante los últimos 25 años de S.XX, por eso ha sido uno de los tres materiales seleccionados.



Las fotografías que se hicieron con el microscopio estereoscópico, se realizaron una vez fueron las probetas expuestas a las pruebas de resistencia mecánica, así analizaremos el estado de los materiales una vez sometidos al “stress” máximo.

Como se aprecia en la ilustración 53, la zona en donde se encuentra el punto de unión o puntada es la que presenta mayor grado de alteración, llegando a deformar la crepelina de seda hasta el punto de partirla, no modificando para nada el estado de Crepón que refuerza.

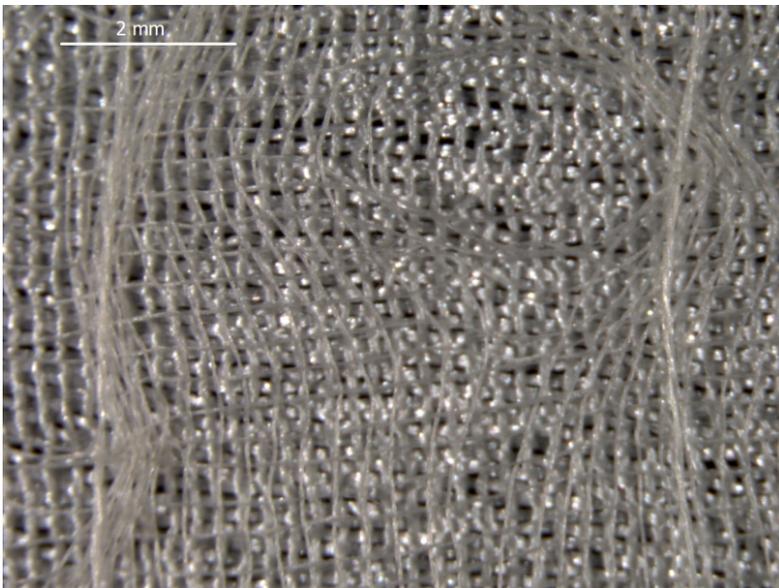


Ilustración 53. Microfotografía del crepón tras practicarle un proceso de consolidación, 8x.



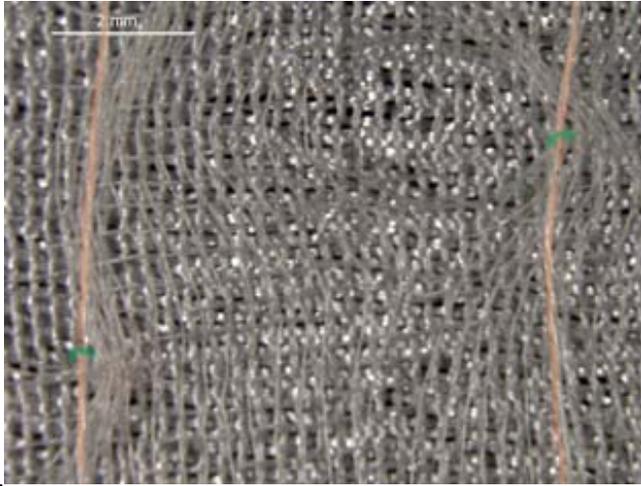


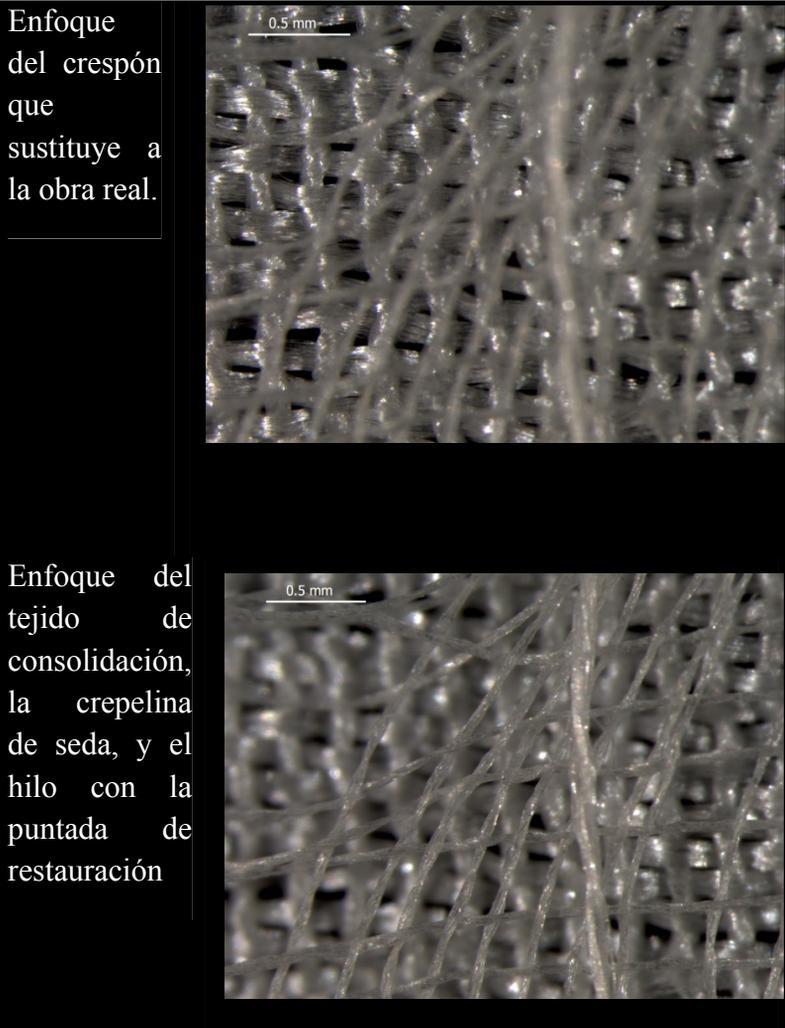
Ilustración 54. Esquema que deja apreciar las partes de la consolidación y el estado tras el stress del dinamómetro: 1-Color Naranja marca la “puntada de restauración”; 2-Color verde en punto de refuerzo; 3-El enmallado sobrepuesto el tejido de intervención de la crepelina de seda.

Su observación con el microscopio estereoscópico también nos deja ver de forma aumentada la consolidación por capas. En donde podemos apreciar la combinación de los diferentes tejidos e hilos que intervienen en la consolidación textil.

El tejido de consolidación, la crepelina de seda, se deteriora por completo, tras los ensayos de tracción.



Tabla 126. Aproximación al sistema de consolidación textil con crepelina de seda. 25x.



620



Cuantificaremos la capacidad de resistencia del sistema de consolidación de este apartado y lo compararemos con el tejido sin consolidar con crepelina de seda, y confirmaremos así si la consolidación textil aumenta los valores de resistencia sobre el tejido tratado o no.

Los ensayos se han realizado colocando el crespón en tramas y en urdimbres para demostrar que en ambos sentidos del ligamento el material de consolidación realiza el mismo porcentaje de refuerzo, realizando probetas tanto en tramas como en urdimbres de la crepelina de seda.

Adjuntamos la tabla de las probetas preparadas para cuantificar los resultados y dejar de forma más visible el método de trabajo (tabla 127).

Tanto en dirección de tramas como en urdimbres, el tejido de Crespón que se ha consolidado ha ganado en capacidad de resistencia, en la resistencia a la rotura y en la capacidad de elongación (figura 193)

Con esto queda afirmado el hecho de que una superposición de capas de refuerzo aumenta las actitudes mecánicas del tejido a tratar (tabla 128).

Omitimos adjuntar los resultados de la consolidación del crespón urdimbre porque los resultados son exactamente los mismos en porcentajes de aumento de resistencia.

62.1



Tabla 127. Tabla de las probetas realizadas en el estudio de consolidación por punto de restauración con crepelina de seda.

Nº	NOMENGLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
1	CP.T.C.T.1.PR	Crespón tramas crepelina de seda tramas	Resistencia a la tracción
2	CP.T.C.T.2.PR		
3	CP.T.C.T.3.PR		
4	CP.T.C.T.4.PR		
5	CP.T.C.T.5.PR		
6	CP.T.C.U.1.PR	Crespón tramas crepelina de seda urdimbres	Resistencia a la tracción
7	CP.T.C.U.2.PR		
8	CP.T.C.U.3.PR		
9	CP.T.C.U.4.PR		
10	CP.T.C.U.5.PR		
11	CP.U.C.T.1.PR	Crespón urdimbre crepelina de seda tramas	Resistencia a la tracción
12	CP.U.C.T.2.PR		
13	CP.U.C.T.3.PR		
14	CP.U.C.T.4.PR		
15	CP.U.C.T.5.PR		
16	CP.U.C.U.1.PR	Crespón urdimbres crepelina de seda urdimbres	Resistencia a la tracción
17	CP.U.C.U.2.PR		
18	CP.U.C.U.3.PR		
19	CP.U.C.U.4.PR		
20	CP.U.C.U.5.PR		

622



Tabla 128. Resultados de la resistencia mecánica a la tracción de la crepelina de seda superpuesta a la Crepe de China tramadas.

		F.H.N		N/cm		%	
		crepe de china sin consolidar	consolidada	crepe de china sin consolidar	consolidada	crepe de china sin consolidar	consolidada
Crepelina de seda tramadas	Tramada	273,51	307,32	54,70	61,46	15,37	42,24
	Urdimbres	273,51	400,86	54,70	80,17	15,37	47,02

F.H. resistencia a la rotura;

N/cm: capacidad de resistencia;

%: capacidad de elongación;

S.E.: Sin envejecer.

62.3



G- Resultados y discusión. Recreación de consolidación textil. Punto de restauración

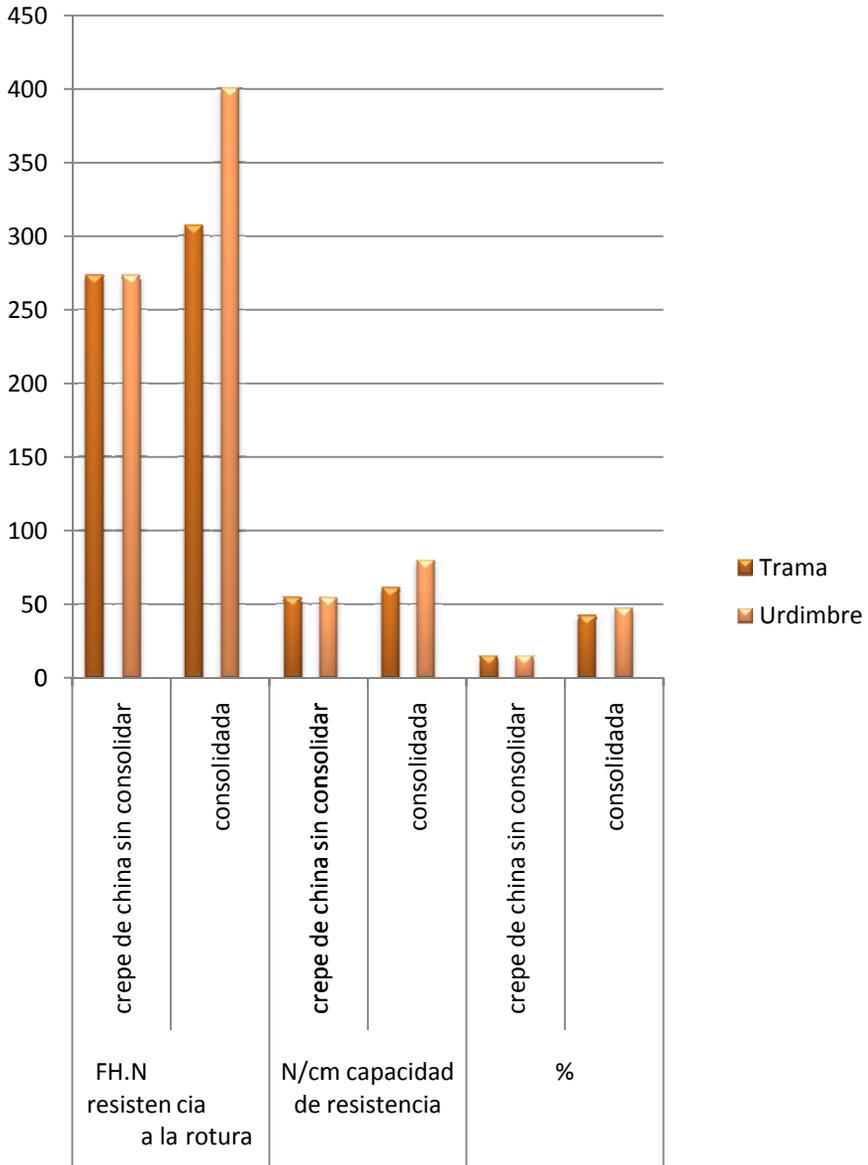


Figura 193. Esquema de resultados de los ensayos mecánicos con crepelina de seda y punto de restauración.



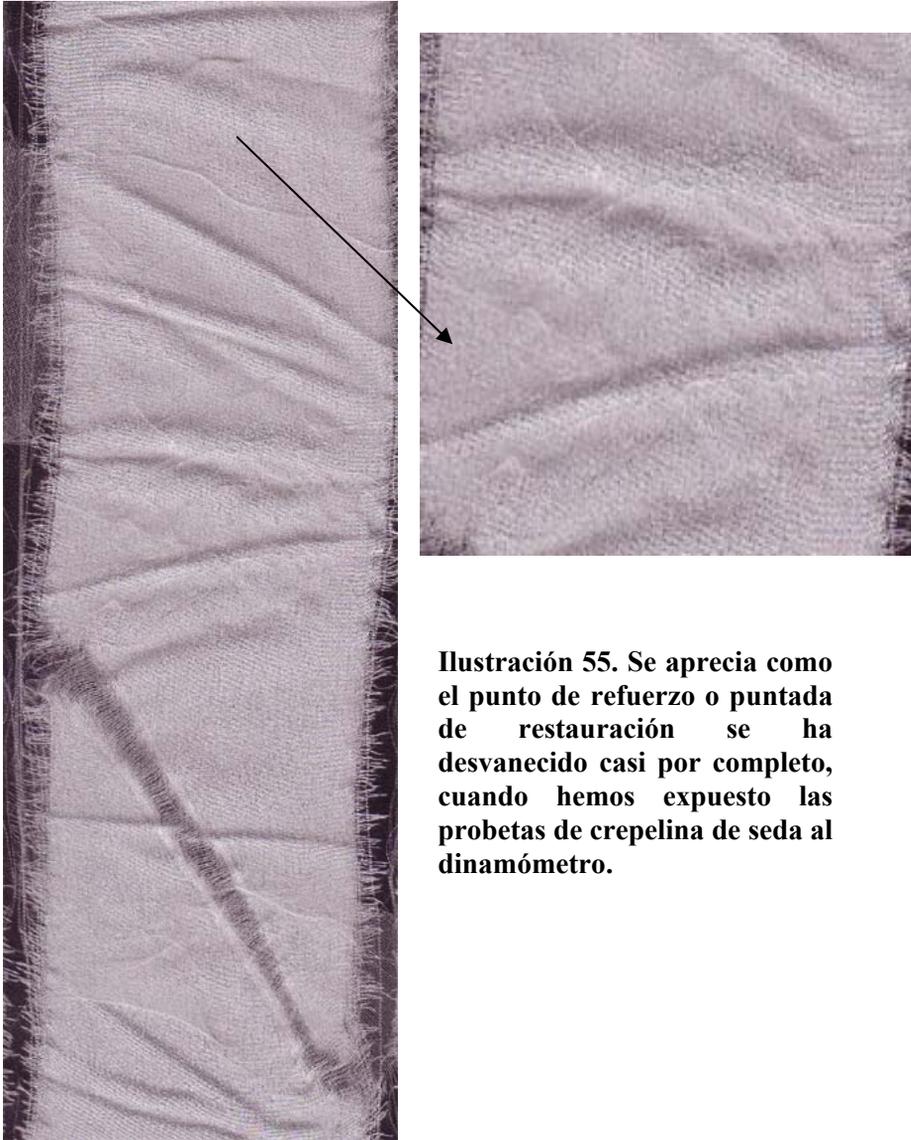


Ilustración 55. Se aprecia como el punto de refuerzo o puntada de restauración se ha desvanecido casi por completo, cuando hemos expuesto las probetas de crepelina de seda al dinamómetro.

62.5



2-Sistemas de consolidación textil con Monofilamento de nylon

El monofilamento de nylon es uno de los tejidos que más ha aumentado su uso dentro del campo de la conservación textil, por eso el interés de incluirlo en este estudio.

Las fotografías que se hicieron con el microscopio estereoscópico se realizaron una vez fueron expuestas las probetas a las pruebas mecánicas, así analizaremos el estado de los materiales una vez sometidos al stress del dinamómetro.

Como se aprecia en las ilustraciones 56 y 57, la zona en donde se encuentra el punto de unión de ambos tejidos no sufre deformación ni estiramiento.

Los ensayos mecánicos en este sistema de consolidación hizo patente la resistencia del sistema de refuerzo que estamos estudiando, no llegándose con el test a partir la tela de consolidación antes que la consolidada.

El monofilamento de nylon es capaz de adaptarse a la fractura producida por el estiramiento, hasta el punto de no modificar su estado antes de producirse la fractura en el Crespón.

626



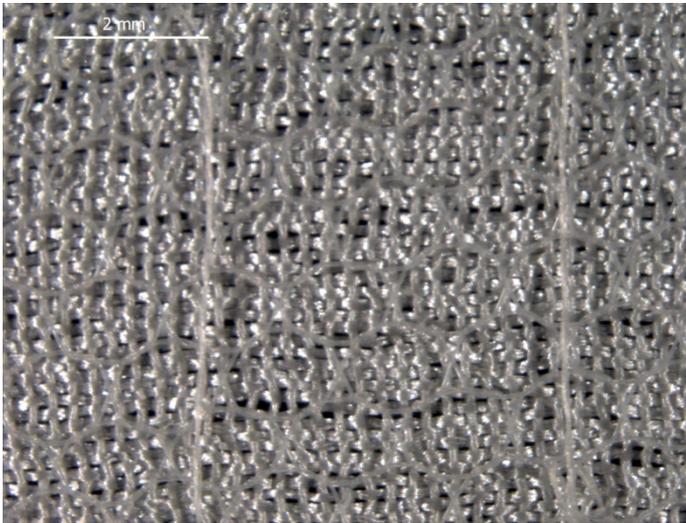


Ilustración 56. Microfotografía de la crepe de china tras practicarle un proceso de consolidación, 8x.

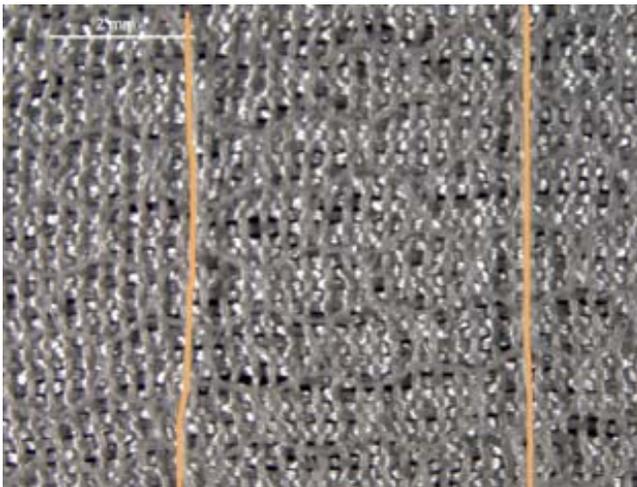


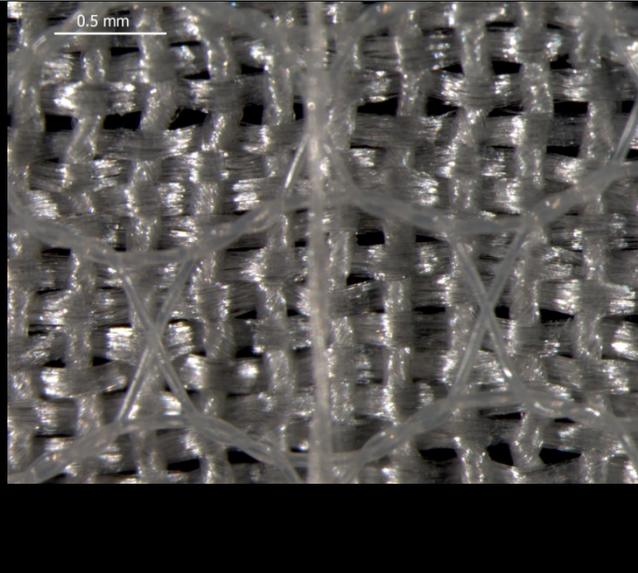
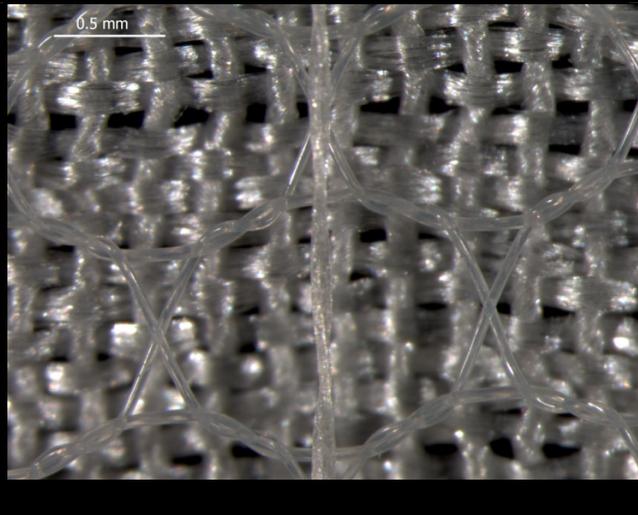
Ilustración 17. Esquema que deja apreciar las partes de la consolidación y el estado tras el stress del dinamómetro. Color Naranja marca la “puntada de restauración”.

Su observación con el microscopio estereoscópico también nos deja ver de forma aumentada la consolidación por capas como se ve en el cuadro que adjuntamos.

627



Tabla 129. Aproximación al sistema de consolidación textil con monofilamento de nylon, 25x.

<p>Enfoque de la crepe de China lo que sustituye a la obra real.</p>	
<p>Enfoque del tejido de consolidación, monofilamento de nylon, y el hilo con la puntada de restauración</p>	

628



El tejido de consolidación, monofilamento de nylon, se mantiene intacto tras los ensayos de tracción. (Ilustración 58).

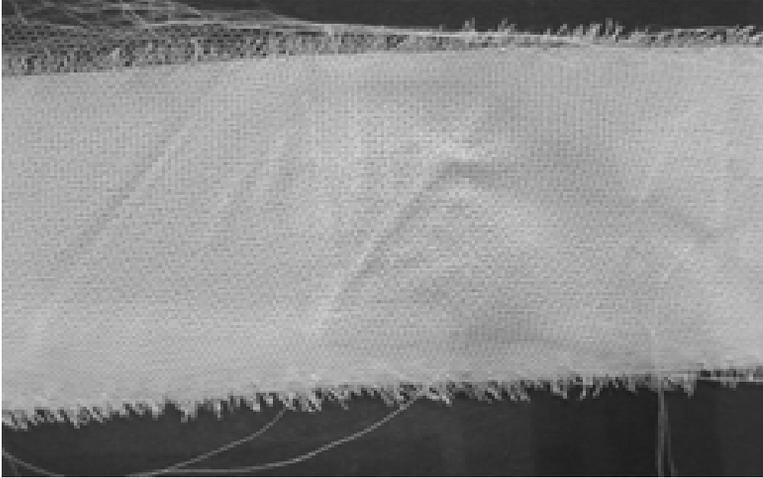
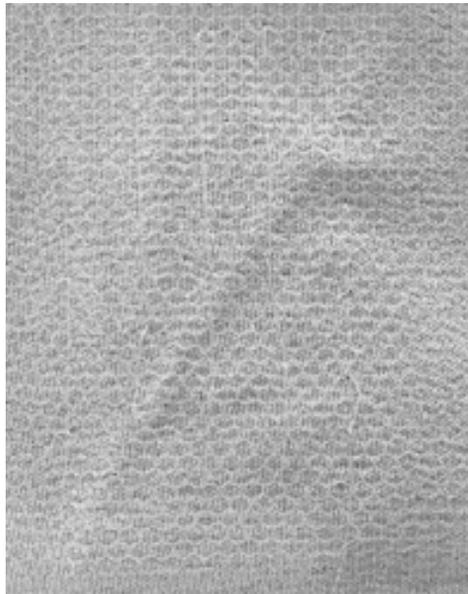


Ilustración 58.
Probeta de punto de restauración con monofilamento de nylon, arriba.
Aproximación a la probeta de punto de restauración con monofilamento de nylon, Derecha.



629



Compararemos los resultados obtenidos en los ensayos de tracción del crespón sin reforzar y reforzado con el monofilamento y punto de restauración (tabla 131).

Los ensayos se han realizado bajo las mismas premisas de trama y urdimbre citadas en la crepelina de seda.

Para no hacer tedioso y repetitivo el análisis de resultados de todas las probetas realizadas se resumen citando sólo el análisis del crespón en tramas.

Tanto en dirección de TR como en UR, el tejido de Crespón que se ha consolidado ha ganado en capacidad de resistencia, en resistencia a la rotura y en capacidad de elongación (tabla 131).

Con esto queda afirmado el hecho de que una superposición de capas de refuerzo con monofilamento de nylon al igual que en crepelina de seda, aumenta las actitudes mecánicas del tejido (figura 194).

Igual que en la crepelina de seda sólo se han citado los resultados obtenidos del crespón en dirección tramas porque en urdimbres los resultados son similares. No obstante se adjunta las probetas realizadas para hacer patente el sistema de trabajo para dar estos resultados. (Tabla 130).



Tabla 130. Tabla de las probetas realizadas en el estudio de consolidación por punto de restauración con monofilamento de nylon.

Nº	NOMENGLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
1	CP.T.M.F.1.PR	Crespón tramas monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
2	CP.T.M.F.2.PR		
3	CP.T.M.F.3.PR		
4	CP.T.M.F.4.PR		
5	CP.T.M.F.5.PR		
6	CP.T.M.C.1.PR	Crespón tramas monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
7	CP.T.M.C.2.PR		
8	CP.T.M.C.3.PR		
9	CP.T.M.C.4.PR		
10	CP.T.M.C.5.PR		
11	CP.U.M.F.1.PR	Crespón urdimbres monofilamento de nylon TR	Resistencia a la tracción
12	CP.U.M.F.2.PR		
13	CP.U.M.F.3.PR		
14	CP.U.M.F.4.PR		
15	CP.U.M.F.5.PR		
16	CP.U.M.C.1.PR	Crespón urdimbres monofilamento de nylon UR	Resistencia a la tracción
17	CP.U.M.C.2.PR		
18	CP.U.M.C.3.PR		
19	CP.U.M.C.4.OR		
20	CP.U.M.C.5.PR		



Tabla 131. Resultados de la resistencia mecánica a la tracción del monofilamento de nylon superpuesta a la Crepe de China tramas.

		F.H.N.Resistencia a la rotura		N/cm capacidad de resistencia		%	
		Crespón sin consolidada	consol.	Crespón sin consolidada	consol.	Crespón sin consolidar	consol.
Crepelina de seda tramas	Trama	273,51	307,32	54,70	61,46	15,37	42,24
	Urdimb.	273,51	400,86	54,70	80,17	15,37	47,02

F.H. resistencia a la rotura

N/cm: capacidad de resistencia

%; capacidad de elongación

S.E.: Sin envejecer

632



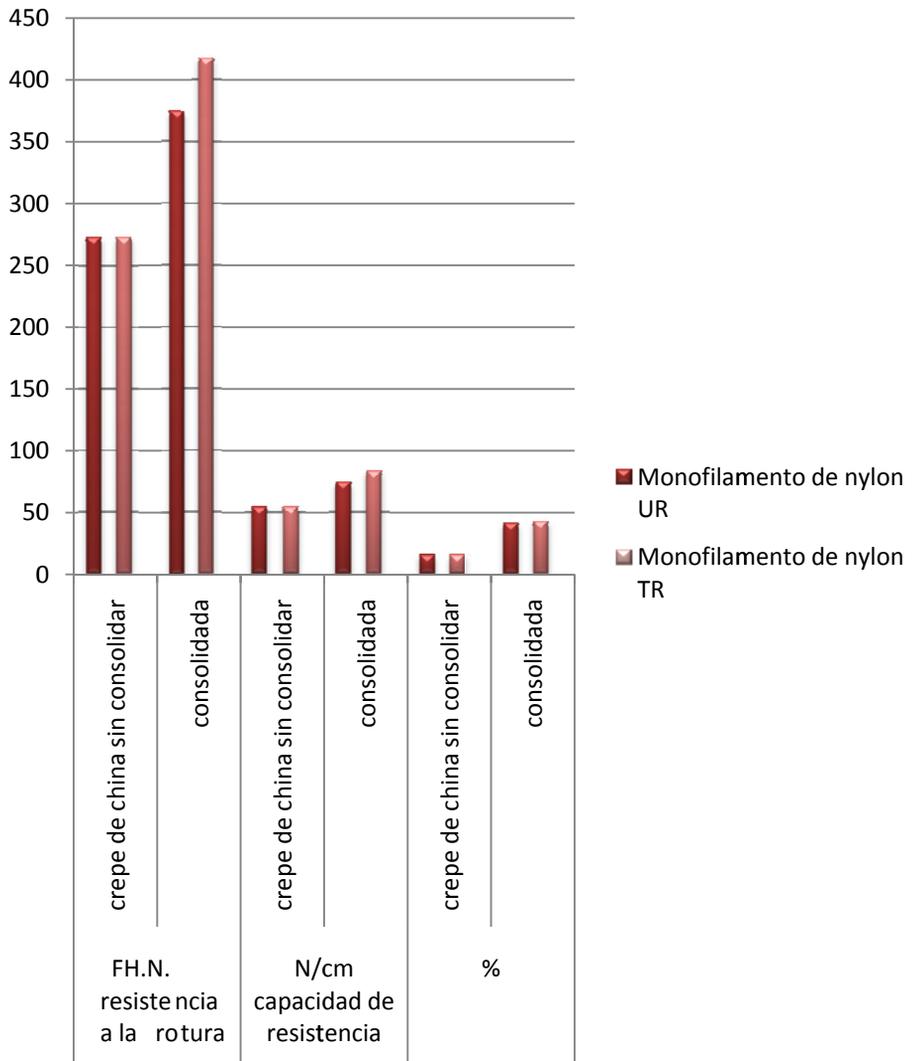


Figura 194. Esquema de resultados de los ensayos mecánicos con monofilamento de nylon y punto de restauración.

633





Ilustración 59. A diferencia del estado de la probeta de la crepelina de seda el monofilamento de nylon aparentemente no ha sufrido ninguna modificación, ni siquiera el punto de restauración ha sufrido una alteración tan extrema como en el caso de la crepelina.



3-Sistemas de consolidación textil con tul de seda

El tul de seda es uno de los tejidos de uso paralelo dentro del campo de la conservación textil, como un material natural, la seda, al que se le suman las ventajas del punto de red.

Como se aprecia en la ilustración 60 y 61, la zona en donde se encuentra el punto de unión, sufre deformación por el estiramiento. El tul de seda se deforma a niveles muy altos, pero no se llegó a desintegrar como la crepelina de seda.



G- Resultados y discusión. Recreación de consolidación textil. Punto de restauración

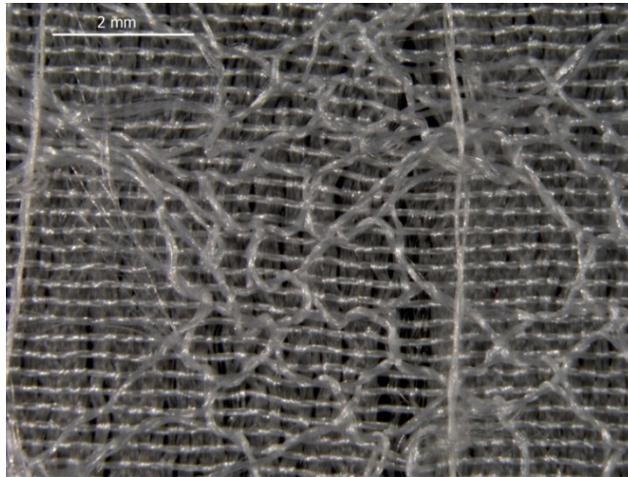


Ilustración 60. Microfotografía del crespón tras practicarle un proceso de consolidación a 8x

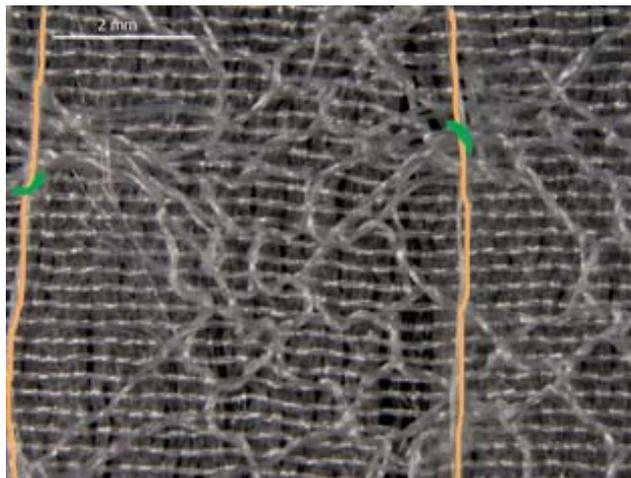


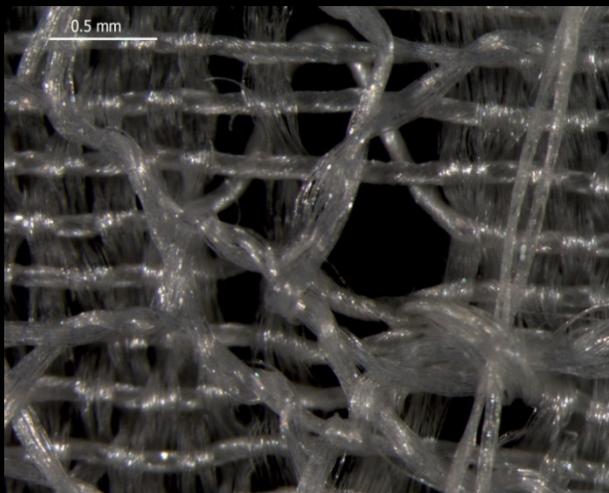
Ilustración 61. Esquema que deja apreciar las partes de la consolidación y el estado tras el stress del dinamómetro. Color Naranja marca la "puntada de restauración", Color verde en punto de refuerzo, El enmallado sobrepuesto el tejido de intervención.

636

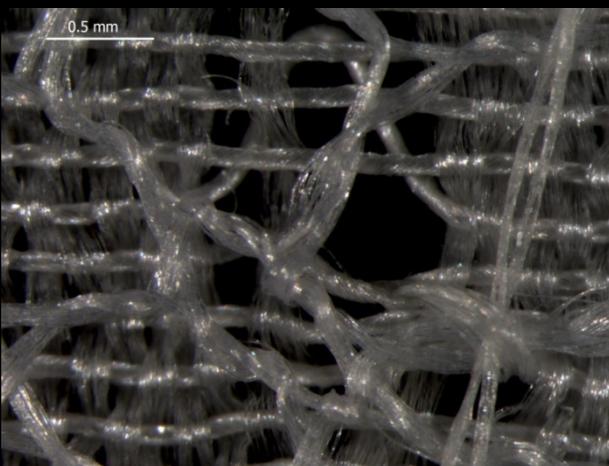


Tabla 132. Aproximación al sistema de consolidación textil con tul de seda. 25x.

Enfoque de la crespón lo que sustituye a la obra real. 25x



Enfoque del tejido de consolidación, tul de seda, y el hilo con la puntada de restauración 25x



Su observación con el microscopio estereoscópico también nos deja ver de forma aumentada la consolidación por capas. Igual que en los tejidos anterior

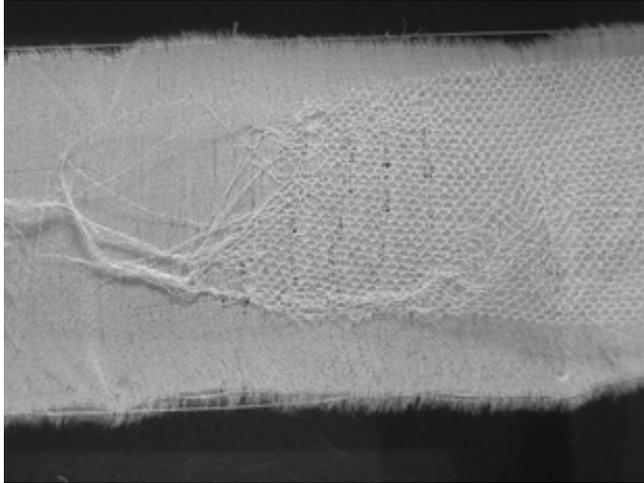


Ilustración 62. Probeta de punto de restauración con tul de seda.

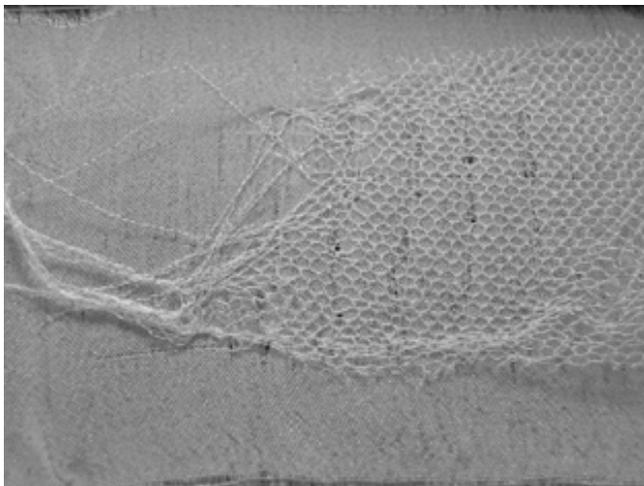


Ilustración 63. Aproximación a la probeta de punto de restauración con tul de seda.

638



Las imágenes de las probetas tras el ensayo hacen patente una deformación muy evidente del tul en las zonas donde no está cosido al crespón, manteniéndose más entero que la crepelina de seda ya estudiada, sobre todo en la zonas de puntada de restauración.

Los ensayos, al igual que en los otros tejidos, se han realizado colocando el crespón en tramas y urdimbres para demostrar que en ambos sentidos del ligamento el material de consolidación realiza el mismo porcentaje de refuerzo.

Tanto en dirección de TR como en UR, el tejido de crespón que se ha consolidado, ha ganado en capacidad de resistencia, en resistencia a la rotura y en capacidad de elongación. Con el tul de seda el crespón aumenta también sus valores de resistencia (tabla 134).

Igual que en los tejidos anteriores sólo se adjuntan los resultados en sentido de tramas. Adjuntamos la tabla de probetas totales para ver la dinámica de trabajo (tabla 133).



Tabla 133. Tabla de las probetas realizadas en el estudio de consolidación por punto de restauración tul de seda.

Nº	NOMENGLATURA	DESCRIPCIÓN	Análisis realizados
1	CP.T.T.F.1.PR	Crespón tramas tul de seda TR	Resistencia a la tracción
2	CP.T.T.F.2.PR		
3	CP.T.T.F.3.PR		
4	CP.T.T.F.4.PR		
5	CP.T.T.F.5.PR		
6	CP.T.T.C.1.PR	Crespón tramas tul de seda UR	Resistencia a la tracción
7	CP.T.T.C.2.PR		
8	CP.T.T.C.3.PR		
9	CP.T.T.C.4.PR		
10	CP.T.T.C.5.PR		
11	CP.U.T.F.1.PR	Crespón urdimbres tul de seda TR	Resistencia a la tracción
12	CP.U.T.F.2.PR		
13	CP.U.T.F.3.PR		
14	CP.U.T.F.4.PR		
15	CP.U.T.F.5.PR		
16	CP.U.T.C.1.PR	Crespón urdimbres tul de seda UR	Resistencia a la tracción
17	CP.U.T.C.2.PR		
18	CP.U.T.C.3.PR		
19	CP.U.T.C.4.PR		
20	CP.U.T.C.5.PR		



Tabla 134. Resultados de la resistencia mecánica a la tracción del monofilamento de nylon superpuesta a la Crepe de China tramas

		F.H.N resistencia a la rotura		N/cm capacidad de resistencia		%	
		Crespón sin consolidar	consol.	Crespón sin consolidar	consol.	Crespón sin consolidar	consol.
Tul de seda	TR	273,51	391,57	54,7	78,31	15,37	45,29
	UR	273,51	398,95	54,7	79,79	15,37	40,07

F.H. resistencia a la rotura

N/cm: capacidad de resistencia

=: capacidad de elongación

S.E.: Sin envejecer

647



G- Resultados y discusión. Recreación de consolidación textil. Punto de restauración

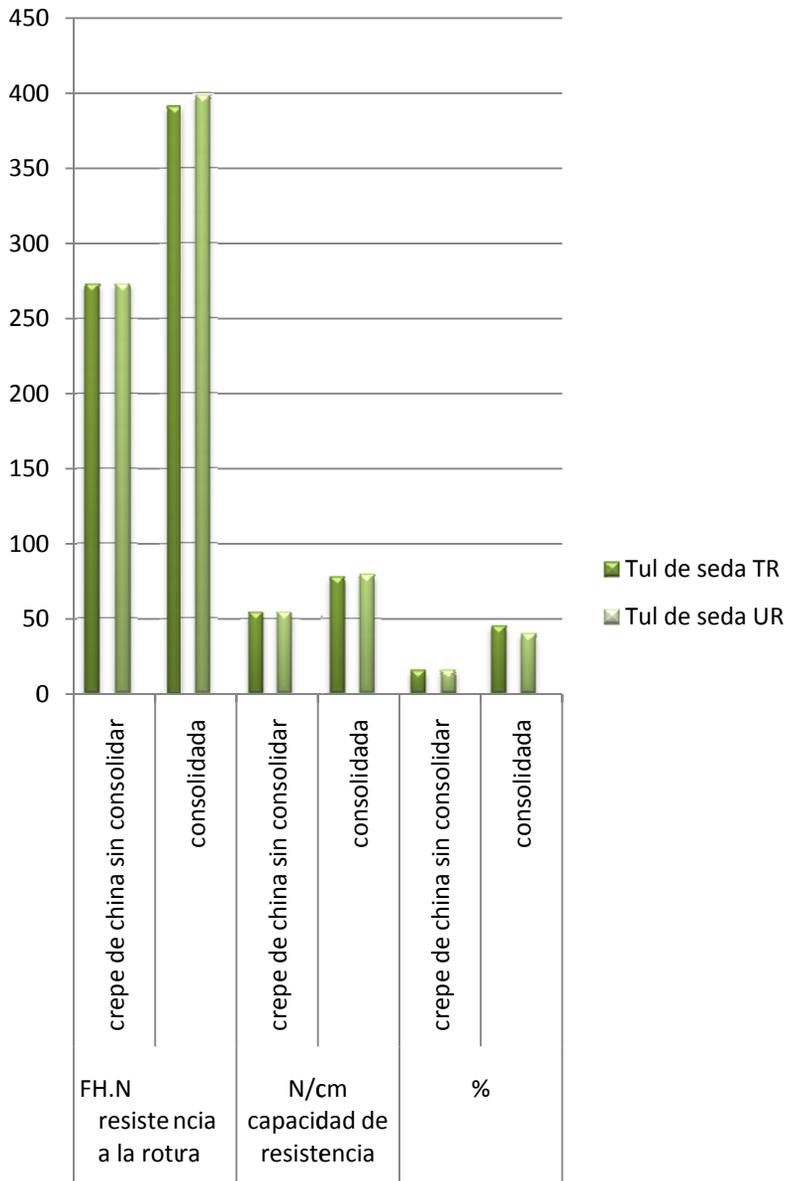


Figura 195. Esquema de resultados de los ensayos mecánicos con tul de seda y punto de restauración.

642



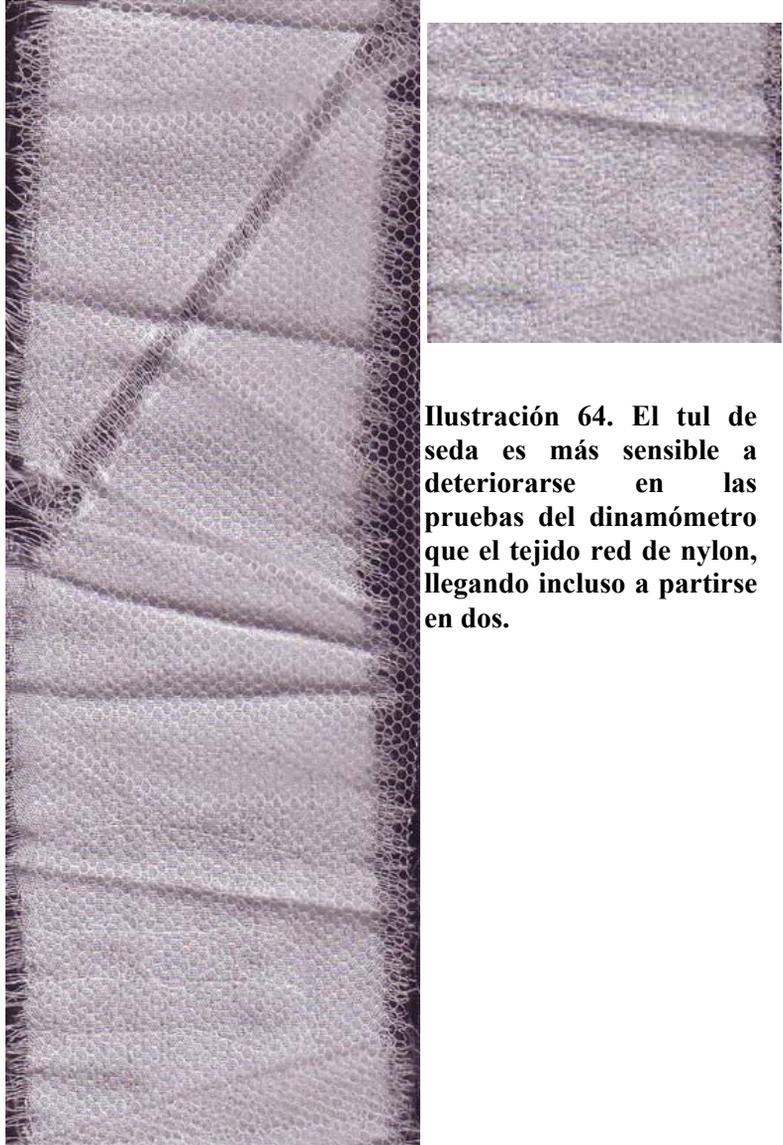


Ilustración 64. El tul de seda es más sensible a deteriorarse en las pruebas del dinamómetro que el tejido red de nylon, llegando incluso a partirse en dos.



CONCLUSIONES PARTICULARES DEL EXPERIMENTAL

Observamos en la crepelina tras las pruebas de resistencia que pierde la linealidad de su ligamento y se crean roturas en los puntos de entrada y salida del hilo de las costuras, llegando a fracturarse (ilustración 56).

En la consolidación con el monofilamento de nylon no ha sufrido ningún desperfecto óptico tras las pruebas de resistencia, no se ha deformado y los puntos de refuerzo no han producido ningún desperfecto (ilustración 58).

El tul de seda tras las pruebas de resistencia se desintegra deshaciéndose sobre la pieza intervenida no manteniendo como el monofilamento de nylon su estructura, las puntadas de refuerzo no dañan el tejido tanto como vimos en la crepelina pero su consolidación es menos sólida que la del monofilamento de nylon.

Si comparamos los resultados mecánicos, podemos afirmar, que de los tres materiales, el monofilamento de nylon en dirección de TR, aumenta la resistencia a la rotura, más que ningún otro de los dos materiales.

La crepelina de seda en comparación con los tules, tiene menos resistencia a la rotura, sobre todo en tramas.

Los dos tules en valores siguen su curso de forma similar, siendo más regular en TR y UR el tul de seda. El monofilamento de nylon ofrece unos valores más altos en TR que ninguno de los tejidos llevados a estudio (figura 196).



La crepelina de seda es el material con menos capacidad de resistencia de los estudiados, quedando nuevamente los tules prácticamente a la par en valores.

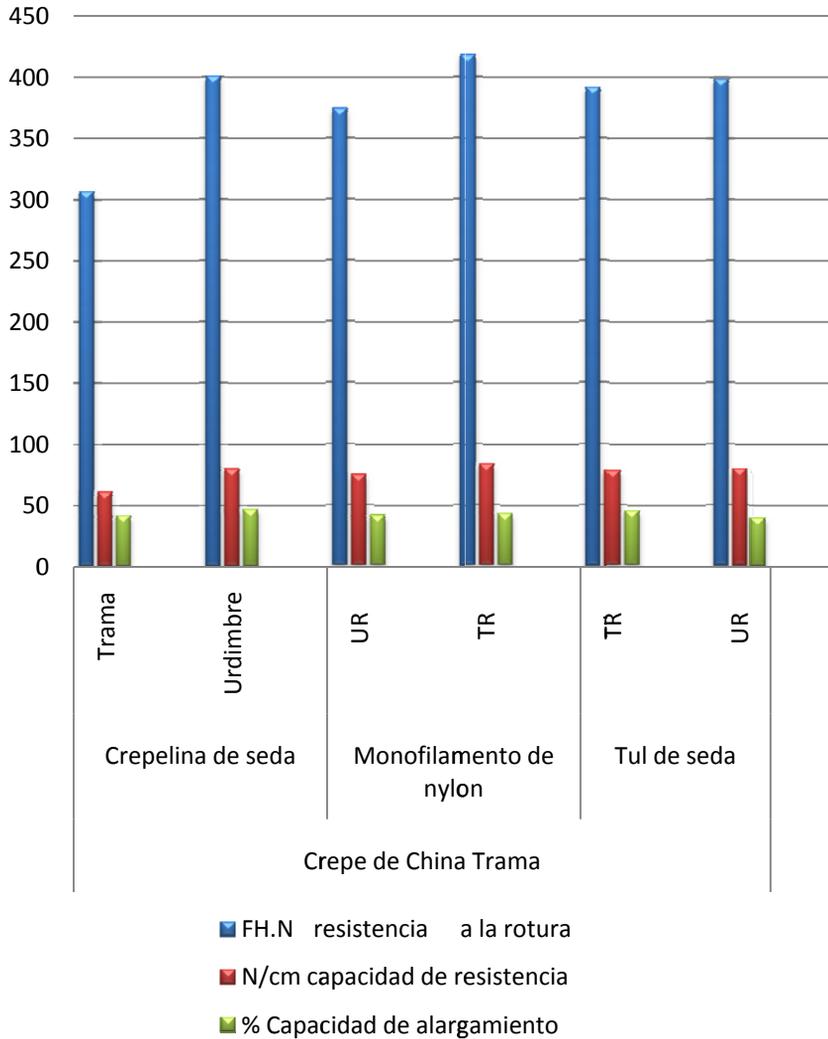


Figura 196. Grafica comparativa de los tres tejidos de consolidación llevados a estudio en sistema de consolidación simulado con punto de restauración.

645



Viendo solamente la gráfica comparativa, se diría que la crepelina de seda es el tejido con mayor capacidad de alargamiento en contraposición al resto, pero tendríamos que tener en cuenta el estado de las probetas tras las pruebas, quedando en el caso de la crepelina totalmente destrozada, no sólo el tejido si no las puntadas. En contraposición al estado prácticamente intacto del monofilamento de nylon, llegando incluso antes a fraccionarse el crespón que el tul y su costura de refuerzo. Por eso quedaría cuestionarnos, ¿Cuál de los tres tiene más capacidad de alargamiento y de adaptabilidad?

El tejido tul, tiene más capacidad para adaptarse a los movimientos del tejido consolidado sin alterarse.

Comparando los dos tejidos de red en capacidad de resistencia y alargamiento darán valores similares (figura 197), y por eso deberíamos de remitirnos al estado final de probetas para poder dictaminar cual de los tejidos mantendría mejor su estado tras los ensayos, y en ese caso es el monofilamento de nylon el que no modifica prácticamente ni su ligamento ni el punto de restauración (ilustraciones 58 y 64).



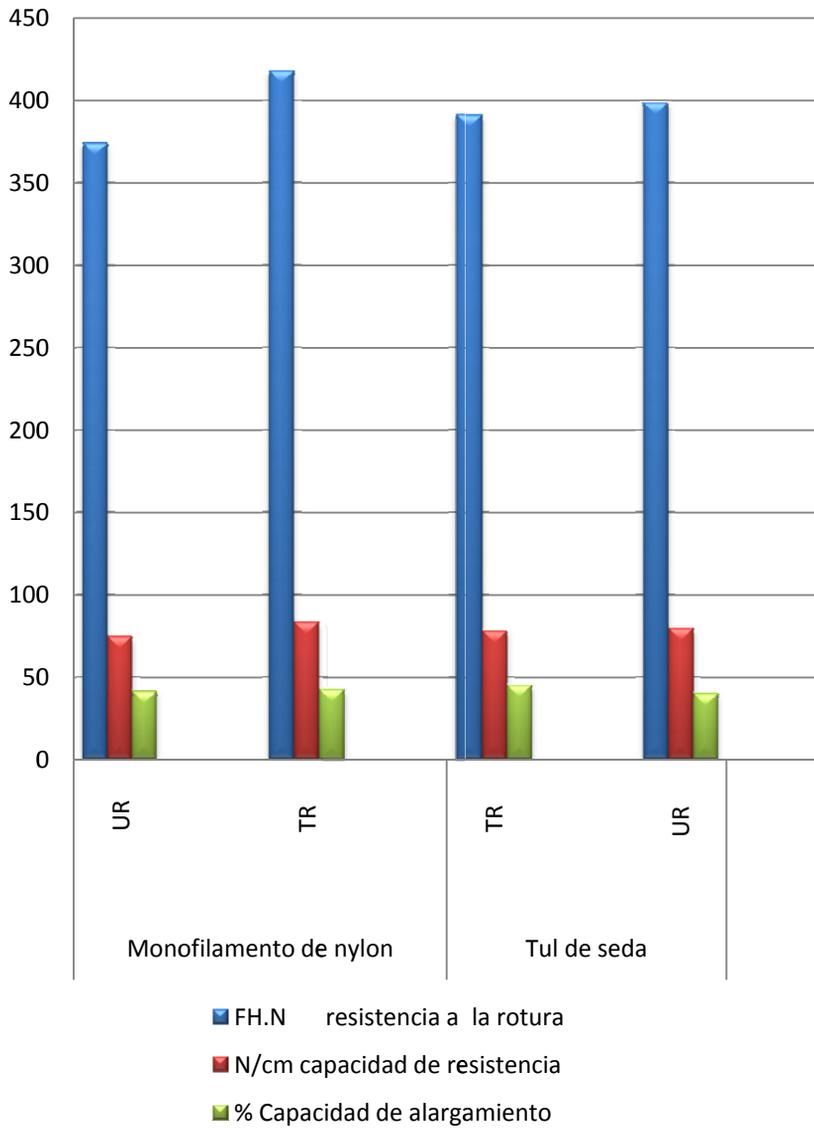


Figura 197. Comparativa de tejidos red con punto de restauración

647



B-Consolidaciones con “punto de restauración modulado” con monofilamento de nylon

Una de las puntadas que hemos querido llevar a estudio también es una versión del punto de restauración.

Cuando realizábamos la intervención de consolidación con el punto de restauración recto sobre los bordados de los mantones, la basta recta se veía que rompía con las curvas de los bordados, así que se buscó realizar la misma puntada pero adaptando la forma de la basta a la forma del bordado. El resultado es una serie de probetas con el punto de intervención ondulante o en forma de arco.

Dichas probetas se han realizado con crespón y monofilamento de nylon, puesto que en el apartado anterior ha quedado de manifiesto que es el tejido más adaptable y resistente de los estudiados. Para realizar la comparativa del punto de restauración modulado con el punto de restauración convencional.

Las probetas como vemos en la ilustración 65 se mantienen intactas tras los ensayos de resistencia. Como sucedía en el punto de restauración estudiado en el apartado anterior.



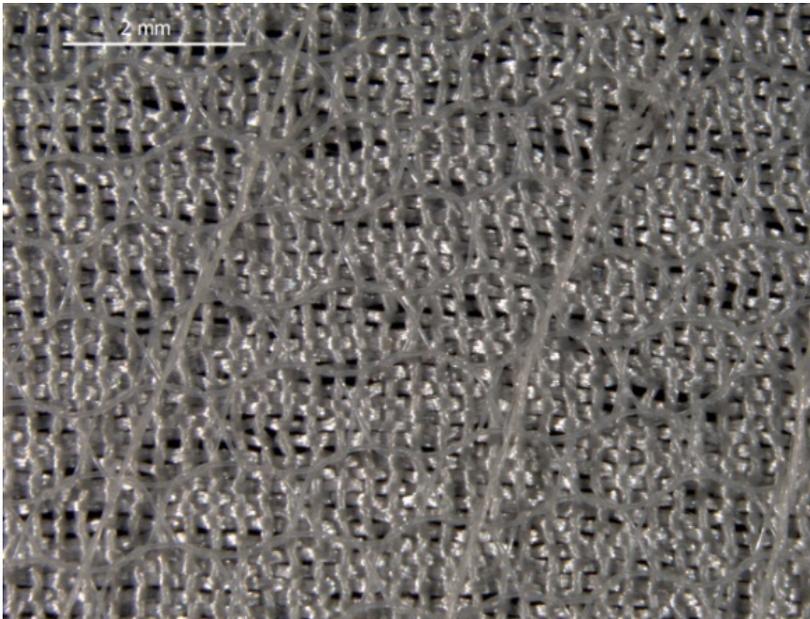


Ilustración 65. microfotografía la crepe tras practicarle un proceso de consolidación con punto de restauración modulado. 8x.

Ambas puntadas por lo general son muy similares en valores, pero los pormenorizaremos para dictaminar sus diferencias (tabla 135).

El punto de restauración modulado tiene menos resistencia a la rotura que el punto de restauración convencional tanto en TR como en UR. Lo que nos daría una conclusión clara en cuanto a la resistencia de una puntada sobre la otra. El punto de restauración modulado, como vemos en la figura 198, tiene menos capacidad de resistencia que el punto de restauración convencional.



Tabla 135. Comparativa de la puntada de restauración y la puntada de restauración modulada.

			F.H.N	N/cm	%
Crespón Tramas	Punto de restauración modulado	UR	369,84	73,97	17,38
		TR	403,33	80,67	45,05
	Punto de restauración	UR	374,35	74,87	41,95
		TR	418,1	83,62	42,93
Crespón Urdimbres	Punto de restauración modulado	UR	206,45	41,29	35,01
		TR	380,5	76,11	49,37
	Punto de restauración	UR	397,36	79,47	45,28
		TR	419,79	83,96	44,83

F.H. resistencia a la rotura

N/cm: capacidad de resistencia

%: capacidad de elongación

S.E.: Sin envejecer





Figura 198. Gráfica de las pruebas mecánicas de cosidos con punto de restauración en comparación con el punto de restauración modulado

El punto de restauración modulado tiene una capacidad de alargamiento menor, y de forma muy desigual entre TR y UR, siendo el punto de restauración convencional más homogéneo en valores a este nivel (figura 199).



G- Resultados y discusión. Recreación de consolidación textil. Punto de restauración modulado

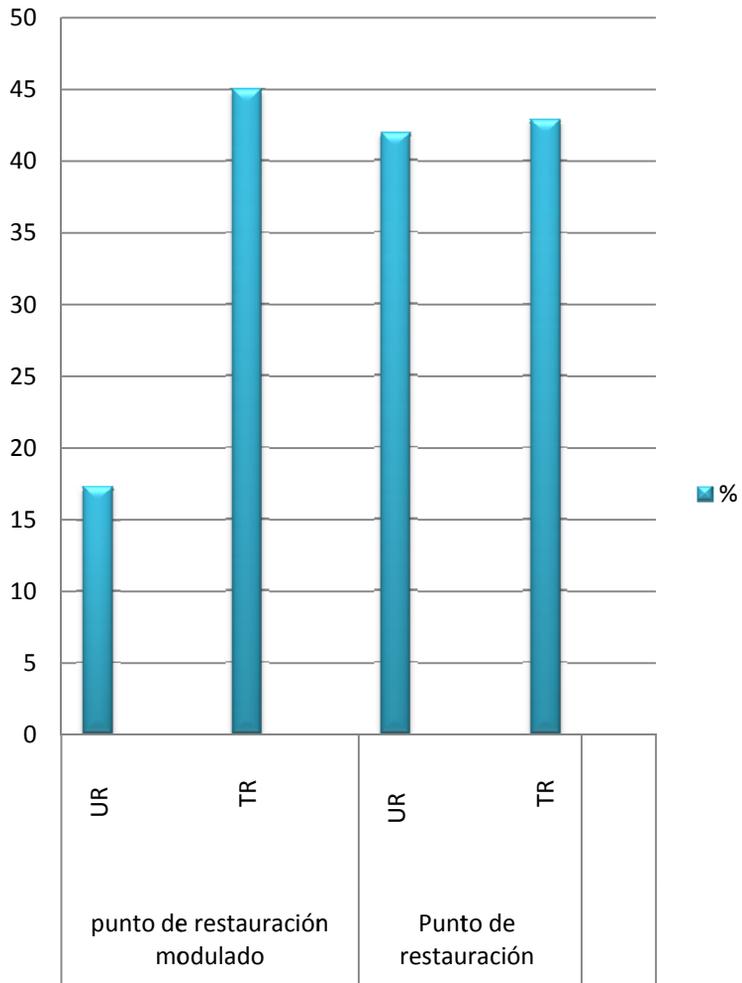


Figura 199. Comparativa de puntadas de consolidación llevadas a estudio centrándonos en su capacidad de alargamiento o elongación.

652



C-Consolidaciones con “*punto de hilván*” con monofilamento de nylon

Otra de las puntadas seleccionadas es el punto de basta o hilván. Realizados los ensayos con las mismas condiciones que el apartado anterior el resultado es una puntada más deformable que las anteriores a nivel microscópico (ilustración 66).

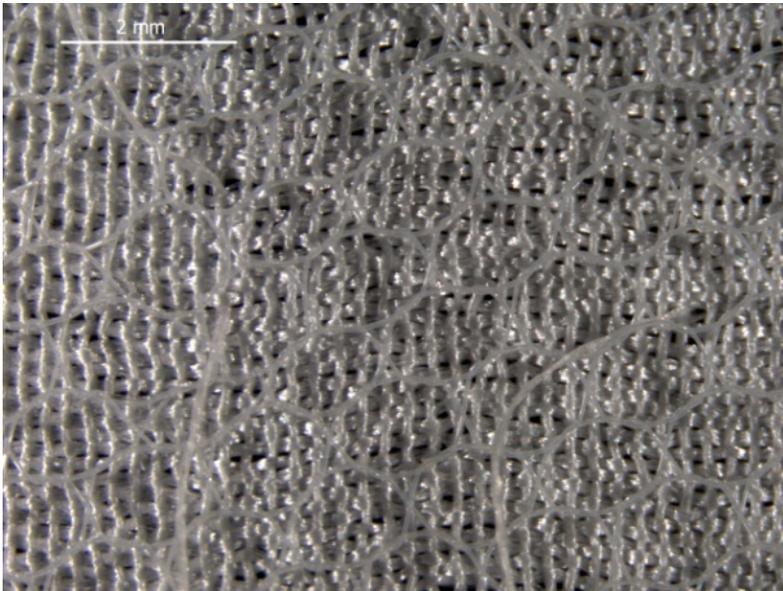


Ilustración 66. Microfotografía de la consolidación con crespón y punto de hilván o basta.

653



El que más resistencia a la rotura tiene de los tres puntos llevados a estudio es la puntada de basta, diferenciándose con amplitud de las demás.

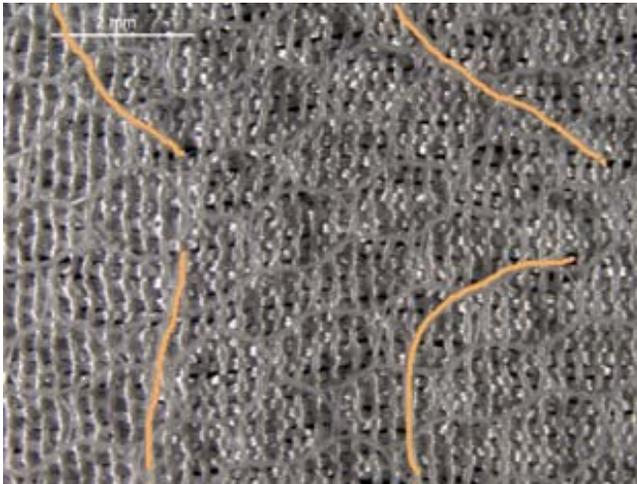


Ilustración 67. Esquema de la deformación de la puntada de hilván o basta tras los ensayos de tracción máxima.

En la capacidad de resistencia, valor importante desde el punto de vista de la conservación textil, las tres puntadas son bastante similares pese a que la puntada de basta muestre unos valores algo superiores (figura 200).

En la capacidad de elongación es donde se están marcando las diferencias, la puntada de hilván en comparación con las otras dos, no tiene una capacidad de alargamiento tan alta. Siendo esta premisa un punto diferenciador claro entre esta puntada y las anteriores (figura 201).



D- Comparativa de los parámetros mecánicos en las tres puntadas

En la figura 200, se aprecia la gran capacidad de resistencia del punto de hilván, tanto en TR como en UR, en comparación con los otros puntos llevados a estudio. Mientras que en capacidad de alargamiento sería más elongable el punto de restauración, siendo de valores similares en TR y UR, mientras que el punto de restauración modulado varia sus valores de forma evidente en TR y UR (figura 201).

En resumen el punto de hilván mecánicamente, otorga más resistencia a las consolidaciones que cualquiera de los otros métodos de punto, creando una consolidación más rígida y resistente, frente a la gran capacidad de adaptación que presta el punto de restauración. Así que según las características de la pieza a tratar se podrá optar por una intervención más resistente u otra más elongable.



Tabla 136. Tabla comparativa de las tres puntadas llevadas a estudio

			FH.N	N/cm	%
Crespón Tramas	punto de restauración modulado	UR	369,84	73,97	17,38
		TR	...403,33	80,67	45,05
	Punto de hilván	UR	474,15	94,83	25,43
		TR	...458,5	91,7	24,77
	Punto de restauración	UR	...374,35	74,87	41,95
		TR	...418,1	83,62	42,93
Crespón Urdimbres	Punto de restauración modulado	UR	206,45	41,29	35,01
		TR	...380,5	76,11	49,37
	Punto de hilván	UR	416,08	83,22	22,75
		TR	...370,75	74,15	21,04
	Punto de restauración	UR	...397,36	79,47	45,28
		TR	...419,79	83,96	44,83

└ F.H.resistencia a la rotura

N/cm: capacidad de resistencia

%: capacidad de elongación

S.E.: Sin envejecer



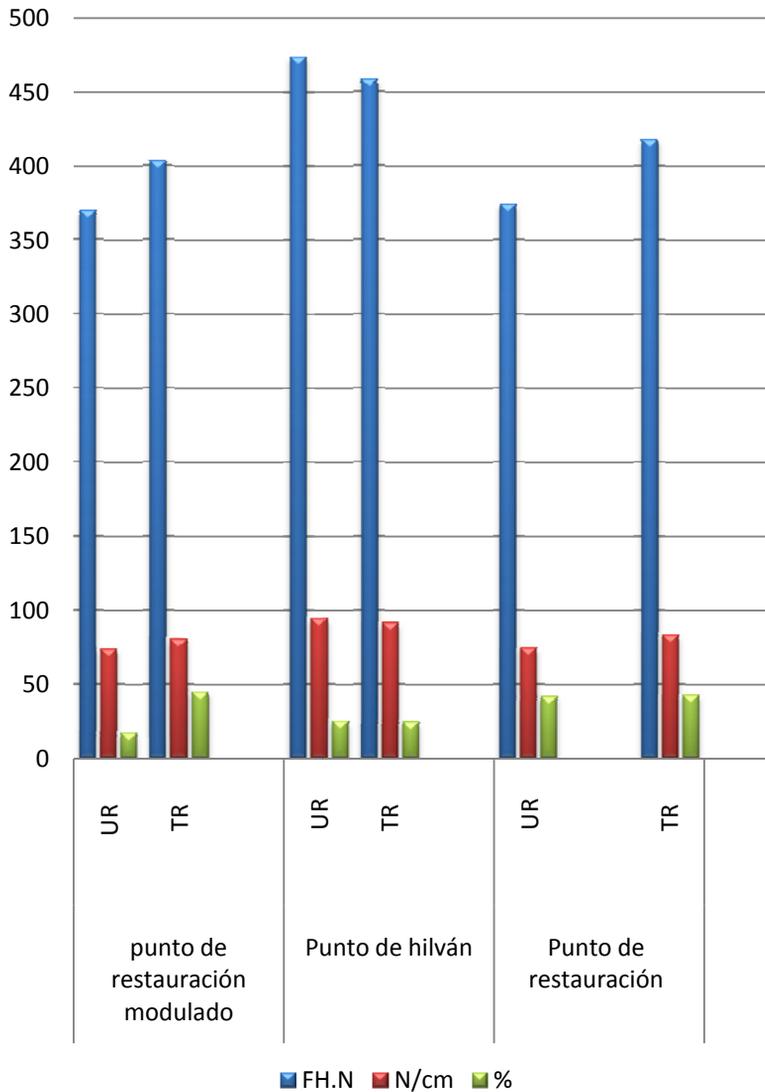


Figura 200. Comparativa de las tres puntadas de consolidación textil llevadas a estudio.

157



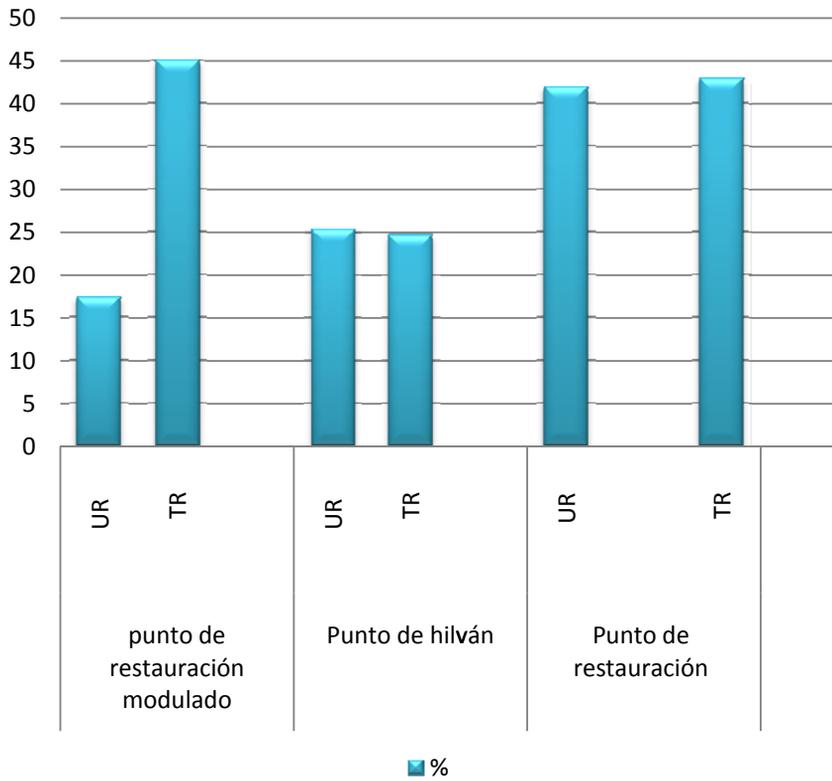


Figura 201. Capacidad de elongación de las puntadas llevadas a estudio







*H- Aplicación de los
resultados*

En este capítulo se busca establecer parámetros de intervención, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el capítulo anterior, haciendo patente la necesidad de conocer cómo actúa y se comporta un material antes de ser utilizado.

Una vez conocidos sus valores intrínsecos los aplicaremos a casos reales justificando los motivos de su utilización concreta, avalados por la parte experimental que precede a estas afirmaciones.

Se ha realizado de cada material unas fichas que sintetizan según las técnicas de estudio los resultados y sus características. Se analiza: la transparencia, el cambio cromático, la capacidad de resistencia, la capacidad de alargamiento, el cambio molecular y cómo influyen los agentes de deterioro en estas propiedades.

La transparencia es básica en los procesos de intervención textil, puesto que al igual que en el resto de ramas de la restauración de obras de arte, la conservación textil ha de cumplir las premisas de respeto y no alteración de la obra a tratar, lo que implica una invisibilidad en la mayor medida que se pueda, por eso se hace básico el conocimiento en estos valores de los tejidos utilizados.

El cambio cromático es un valor a tener en cuenta por la alteración que pueden sufrir estos tejidos y que pueden alterar el aspecto de nuestra intervención alterando la percepción de la obra.

Conocer la capacidad de resistencia, ayuda en la elección del tejido de consolidación según las diferentes necesidades de la obra, a nivel de solidez mecánica o tensiones, los deterioros que tenga y los factores que los han producido.



#- aplicación de los resultados.

También el conocimiento en este campo ayuda a saber si nuestras intervenciones son capaces de resistir un proceso expositivo u otro sabiendo su capacidad de resistencia.

La capacidad de alargamiento es básica para la elección de materiales de consolidación en ambientes con condiciones ambientales poco estables y con continuas fluctuaciones en humedad relativa y temperatura, sabiendo en todo momento si la consolidación dejara moverse o no a la obra de arte en sus cambios.

El deterioro molecular nos da la certidumbre de la durabilidad de los tejidos con el paso del tiempo, dándonos premisas comparativas de la resistencia de unos materiales frente a otros.

El efecto de los agentes de deterioro supone un dato esencial a tener en cuenta antes de usar un tejido u otro, para determinar cómo influirá el ambiente, si va a encoger y como va actuar en sobre él, ayudando a la pieza a soportarlo o deteriorándolo más si no se tiene en cuenta su reacción con él.



PONGÉ DE SEDA

Transparencia

El pongé de seda es, de los tejidos llevados a estudio, el que menor capacidad de transparencia presenta, por lo que su utilización se verá enfocada a ser soporte inferior de consolidación.

Cambio cromático por envejecimiento

El cambio cromático que experimenta en sus procesos de envejecimiento acelerado es igual de notorio que en los materiales naturales llevados a estudio. Cambia hacia colores verdosos con un índice muy alto de amarilleamiento, experimentando un alto índice de pérdida de luminosidad. Por lo que en el caso de utilizarse como fondo de lagunas habrá que tener en cuenta este aspecto.

Capacidad de resistencia

Tiene una capacidad de resistencia muy superior a cualquier tejido de los llevados a estudio. Esta es de igual intensidad en tramas y urdimbres, no marcando una direccionalidad de colocación a la hora de aplicarlo en una consolidación textil, (tanto la trama como la urdimbre tienen la misma capacidad de resistencia). Pese a verse muy mermado en su capacidad de resistencia en los procesos de envejecimiento, (sobre todo en la cámara de radiación ultravioleta), sus valores en comparación con los otros tejidos siguen siendo superiores. Lo que nos lleva a afirmar que pese a ser un tejido natural es el que mayor capacidad de resistencia tiene antes y después del proceso de envejecimiento de entre todos los tejidos estudiados. Muy apto para utilizarse en consolidaciones que necesiten ser durables y resistentes.



Capacidad de alargamiento

Frente a los tejidos de calada es el que mayores índices posee. Más comparable a los tejidos de punto que ninguno de los tafetanes, pero cuando se expone al envejecimiento acelerado es este parámetro el que se siente más mermado. En comparación con los otros tejidos de calada y valorando los envejecimientos de estos, sigue siendo el que más capacidad de alargamiento presenta, pero se queda muy atrás en valores, en comparación con los tejidos de punto.

Factores de deterioro

Se trata de un tejido altamente sensible a la radiación ultravioleta y al calor seco, mostrando una sensibilidad menor al calor húmedo.

APLICACIÓN-RECOMENDACIÓN

Ante las premisas tratadas en la ficha resumen anterior, su utilización se verá acotado como soporte de piezas que no sean reversibles, (por la opacidad del material), o bien, piezas que aun siendo reversibles, el alto grado de deterioro en que se encuentra se vea necesaria una intervención con ella.

Se trata de un tejido con un índice muy alto de resistencia, pero al ser los mantones de manila piezas de indumentaria en uso, necesitaríamos una consolidación más invisible, pero a su vez dicha realidad exige reforzar de forma más contundente la prenda para evitar que en esa zona ya castigada no vuelva a deteriorarse.



CREPELINA DE SEDA

Transparencia

La crepelina de seda entraría dentro de los materiales que más capacidad de transparencia tienen, sólo comparable en valores a los tejidos de punto. Con un proceso de teñido adecuado podría pasar totalmente desapercibido al ojo humano.

Cambio cromático por envejecimiento

Al igual que los tejidos naturales muestra un cambio cromático muy notorio tras los procesos de envejecimiento, siendo el más radical el causado por la radiación ultravioleta.

Exhibe en su envejecimiento un nivel alto de pérdida de luminosidad, con el tiempo nuestras reintegraciones se verán oscurecidas, unido a un viraje hacia el rojo expuesta al calor húmedo y a la radiación ultravioleta, y verdoso expuesto al calor seco. En los tres casos el amarillento se hace muy patente.

Capacidad de resistencia

Su capacidad de resistencia en comparación con los tejidos de su mismo gramaje y transparencia, (monofilamento de nylon y tul de seda), es mayor en su estado sin envejecer, pero los procesos de envejecimiento acelerado provocan que sus valores disminuyan en mayor medida que los otros dos tejidos de su mismo gramaje, afectándole la radiación ultravioleta hasta niveles de anulación completa de la capacidad de resistencia, así pues las intervenciones que realicemos con este material han de mantenerse protegidas de este agente, quedando descartado este material para exposiciones donde no se controle este factor de deterioro.



Su capacidad de resistencia es igual en tramas que en urdimbres, al igual que en el pongé de seda no influye la dirección a la hora de colocarlo en la pieza.

Capacidad de alargamiento

La capacidad de alargamiento es muy inferior a la de los ligamentos de punto con los que la comparamos, condicionando este material a piezas que se sepa que no van a sufrir movimientos muy bruscos que llevarían a romper o crear deformaciones en las intervenciones realizadas.

Factores de deterioro

Se trata como el pongé de un material altamente sensible a los agentes de deterioro por calor seco y radiación ultravioleta, y en menor medida el calor húmedo.

APLICACIÓN- RECOMENDACIÓN

La crepelina de seda ha sido uno de los tejidos más utilizados dentro de restauración textil, por su alto grado de transparencia, su idoneidad de similitud de material, (la seda), con las piezas a tratar. Pero en la actualidad está siendo sustituido por tejidos menos influenciados por los agentes de deterioro ambientales.



ORGANZA DE SEDA

Transparencia

En la valoración de los cinco tejidos analizados, es de los que menos capacidad de transparencia presenta, aunque en comparación con el pongé, sus niveles de transparencia son mayores, también su gramaje es menor y su ligamento más abierto.

Cambio cromático por envejecimiento

Experimenta un cambio cromático muy acentuado tras los envejecimientos acelerados, afectando al color con una bajada de luminosidad más notoria en las cámaras de calor seco y radiación ultravioleta.

El viraje cromático se desplaza hacia un color más verdoso con mucha tendencia al amarilleamiento, tal y como les pasa a los tejidos de seda analizados.

Capacidad de resistencia

Su capacidad de resistencia es menor que el pongé de seda pero muy superior a la crepelina, viéndose muy mermada con las radiaciones ultravioletas, no anulando su capacidad por completo como en la crepelina de seda pero si empeorando en un 35% su capacidad como mínimo. Lo que hace también muy cuestionable su utilización en ambientes en donde no se controle este agente de deterioro, quedando acotada su utilización para piezas de exposición muy controlada y reducida, mantenidas en almacenes museísticos en donde la temperatura esté muy controlada, puesto que el calor seco también le afecta pero en menor medida que la radiación ultravioleta.



Al ser un tejido de mayor densidad en urdimbres que en tramas nuestra intervención tendrá direccionalidad, si la consolidación ha de ejercer mayor resistencia en una dirección, deberíamos exponerla en dirección de urdimbres.

Capacidad de alargamiento

Tiene prácticamente la misma capacidad de alargamiento que la crepelina de seda y el tul de seda, pese a su gramaje dos veces superior, y al igual que la crepelina de seda su capacidad de alargamiento tras exponerla a la radiación ultravioleta se ve totalmente menguada.

Factores de deterioro

El mayor agente de deterioro es la radiación ultravioleta, afectándole en menor medida el calor seco, y favoreciendo en sus valores el calor húmedo, lo que hace ideal este material en zonas donde la humedad relativa es mayor pero sin pasar umbrales que puedan favorecer, el crecimiento de microorganismos.

APLICACIÓN- RECOMENDACIÓN

La organza será adecuada en aquellas piezas que necesiten un grado de resistencia mayor que la que ofrece la crepelina, en piezas donde la utilización de la seda sea necesaria como material de intervención. Teniendo siempre en cuenta su alto grado de degradación frente a los agentes de deterioro ambientales.



TUL DE SEDA

Transparencia

Mantiene los mismos niveles de transparencia que la crepelina de seda y el monofilamento de nylon, pero en su estado sin envejecer contiene un blanco óptico que en los procesos de teñido que se suelen realizar se pierde por completo, lo que la aproximaría a la transparencia casi invisible del monofilamento de nylon.

Cambio cromático por envejecimiento

Experimenta un cambio en su luminosidad hacia el negro en los tres procesos de envejecimiento artificial al que ha sido expuesto afectándole en menor medida el calor húmedo, como en los tejidos naturales llevados a estudio, siendo la radiación ultravioleta el que más hace variar sus índices. En cuanto a su viraje de color tiende hacia colores más rojizos y con un amarilleamiento generalizado en los tres procesos de envejecimiento, siendo más notorio en las probetas expuestas a la radiación ultravioleta, seguidas de las expuestas al calor seco, siendo casi imperceptible en el calor húmedo. Es un material muy estable cromáticamente expuesto al calor húmedo y totalmente inestable expuesto a la radiación ultravioleta.

Capacidad de resistencia

De los tejidos estudiados, comparándolos en su estado sin envejecer, es de los que menos capacidad de resistencia tiene, capacidad que a diferencia de la crepelina de seda en un principio más resistente, no se ve muy mermada tras ser expuesta a la radiación ultravioleta, el agente externo de deterioro que más debilitaba en capacidad de resistencia a los tejidos naturales de seda.



Su exposición a las cámaras de envejecimiento acelerado por calor seco y por calor húmedo, no le afecta de forma notoria

Capacidad de alargamiento

Su capacidad de alargamiento es muy superior a todos los tejidos de calada llevados a estudio, capacidad que no se ve mermada con ninguno de las tres cámaras de envejecimiento artificial acelerado estudiadas. De hecho, se ve aumentada en las probetas que fueron expuestas al calor húmedo, lo que nos podría llevar a pensar en una rehidratación de la fibra.

Factores de deterioro

No experimenta grandes cambios expuesto a los mismos agentes de deterioro que los tejidos de calada estudiados, pero la radiación ultravioleta altera más sus niveles de capacidad de resistencia y elongación que ninguno de los otros dos procesos de envejecimiento, que en contra punto aumentan sus valores.

APLICACIÓN- RECOMENDACIÓN

El tul de seda es idóneo en intervenciones en las se busque un grado alto de elongación y transparencia, así como de origen natural.



MONOFILAMENTO DE NYLON

Transparencia

Sobrepuesto en su estado natural o comercial sin teñir es prácticamente invisible para el reflectógrafo, así que teñido al tono de la obra de arte a tratar podría considerarse transparente. Esta transparencia puede ser debida al ligamento de punto de celdillas abiertas y al grosor fino de su único filamento.

Cambio cromático por envejecimiento

De los tejidos llevados a estudio tras la exposición extrema a la radiación ultravioleta es el que menos altera su cromatismo, sin embargo, tras la exposición a temperatura y humedad altas modifica de forma notoria su grado de luminosidad.

Capacidad de resistencia

Comparado con los tejidos de gramaje similar, como son el tul de seda y la crepelina de seda, estaría al nivel de resistencia del tul de seda, constatando la premisa de más resistencia en dirección de TR que en UR.

Capacidad de alargamiento

Es el tejido que más capacidad de alargamiento o elongación tiene, pudiéndose decir que será uno de los tejidos de consolidación que mejor absorba los movimientos que pueda experimentar la pieza a tratar.

Factores de deterioro

El calor elevado y con humedad es el factor que más lo altera, pero con unos niveles muy bajos de alteración.



APLICACIÓN- RECOMENDACIÓN

Es el monofilamento de nylon uno de los tejidos que más gana en aceptación en la consolidación textil, por su grado alto de transparencia unido a una capacidad muy alta de resistencia y elongación, así como una mínima alteración frente a los agentes de deterioro ambientales.

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONSOLIDACIÓN Y TEJIDOS EN OBRA REAL.

Como aplicación directa de esta evaluación de materiales se adjunta la experimentación de consolidación con ellos en diferentes mantones de Manila, analizando los resultados sobre obra real.

Los mantones de Manila muestran un grado elevado de deterioros de solidez y pérdida de propiedades mecánicas en la tela base, por lo que es una práctica habitual la consolidación total, parcial o en sándwich con tejidos de refuerzo o sobrepuestos.

Dicha consolidación se puede llevar a cabo en la tela base o sustentante del bordado, en el bordado y en la zona de macramé o flecos. Analizaremos de forma puntual intervenciones realizadas sobre estas zonas.



Consolidación del tejido de base.

En la tela base uno de los deterioros más comunes es la pérdida de material que convierte al tejido en un soporte muy fino en el que van apareciendo pequeñas lagunas y desgarros que acaban siendo un grave problema de solidez. Dicha problemática puede ser debida a factores internos de los materiales durante su manufactura; A accidentes o malas manipulaciones, a tejidos base más finos que el que un bordado muy pesado pueda necesitar. En cualquiera de estos casos necesitaremos un tejido de refuerzo que en ocasiones también cumpla la función de integrar lagunas.

El primer ejemplo(ilustración 1) que vamos adjuntar es un caso en el que se optó por una restauración parcial de las zonas de deterioro.



Ilustración 1. Visión total del mantón de Manila a tratar.



Los deterioros detectados fueron producidos por una mala intervención, o lo que de forma coloquial se cita “un zurcido” con un hilo inadecuado que estaba produciendo tensiones que terminaban en desgarros adyacentes en el tejido, reforzado con celo en el reverso (ilustración 2).



Ilustración 2. Estado del mantón de Manila antes de ser intervenido.

Se procedió a la eliminación de los celos de forma mecánica (ilustración 3).



Ilustración 3. Eliminación de un refuerzo con celo en un mantón de Manila.



Una vez despegado el celo se pudo ver de forma más clara la magnitud del deterioro (ilustración 4), facilitando la labor para la eliminación de los “zurcidos” de forma mecánica (ilustración 5).



Ilustración 4. Detalle del zurcido y del desgarró que está produciendo.



Ilustración 5. Proceso de eliminación del zurcido en un mantón.



Tras la eliminación del zurcido (ilustración 6), se puede observar el deterioro que presenta el tejido, el primer paso será el alineamiento y sujeción mediante agujas entomológicas (ilustración 7).



Ilustración 6. Estado del tejido de la pieza tras la eliminación de la intervención, en donde se aprecia la magnitud real del deterioro.



Ilustración 7. Alineación de tramas y urdimbres sobre el tejido de consolidación mediante agujas entomológicas.



En problemáticas como la presente y teniendo en cuenta las características de los tejidos estudiados, se consideró el pongé de seda teñido al tono como el adecuado, puesto que necesitamos no sólo un tejido resistente, si no un tejido de gramaje, color y resistencia similar a la tela base, puesto que en algunas zonas realizará esta doble función de la que hemos hablado resistencia e integración de la laguna, en este caso la transparencia no es la cualidad buscada (ilustración 8).



Ilustración 8. Pongé de seda superpuesto sobre el mantón de Manila, donde se puede apreciar la similitud cromática con el original.

La tela de refuerzo se sujeta antes, con unos puntos de situación, para poder realizar las puntadas de restauración con el tejido de consolidación situado adecuadamente.



Una vez estabilizado el tejido de consolidación realizaremos las puntadas de restauración con hilo de seda que mantendrán la zona de deterioro estable y sin daños adyacentes en el tejido base (ilustraciones 9 y 10).



Ilustración 9. Proceso de consolidación con punto de restauración en el mantón de Manila



Ilustración 10. Estado final de la intervención por la cara donde se hace visible las puntadas de restauración.

678
819





Ilustración 11. Aproximación a una zona reintegrada con pongé de seda deterioro muy común en los bordes del mantón.



Ilustración 12. Aproximación a una zona reintegrada con pongé de seda en la tela base de un mantón

679



Una vez realizado del punto de restauración se sujeta la tela de consolidación para evitar tensiones y movimientos indeseados (ilustración 13).



Ilustración 13. Proceso de sujeción de la tela de consolidación.

En algunas de las superficies a consolidar para evitar fricciones que pudiesen dañar a la pieza se sobreponen tejidos de filtro, en este caso utilizamos el monofilamento de nylon, por elástico, transparente y estable (ilustración 14).



Ilustración 14. Mantón de Manila con tejido de protección en el haz.



En casos extremos el tejido base puede llegar a no poder sustentar el bordado que lo compone, en estos casos, y teniendo en cuenta su tipología y forma de colocación, necesita una consolidación total. Tal y como muestra el ejemplo que vemos en la ilustración 15.

El primer paso fue alinear el tejido base con el tejido de consolidación. Posteriormente inmovilizar mediante pesos, en este caso cristales, se evita que se mueva durante el proceso de consolidación mediante costura. Se realizan una serie de líneas de fijación con punto de hilván con los extremos sueltos para no crear tensiones, en este tipo de obras suelen realizarse puntadas de 1 cm por el envés y apenas 2 mm por el haz.



Ilustración 15. Proceso de alineación del tejido de consolidación con la tela base del mantón de Manila.





Ilustración 16. Sujeción del tejido de consolidación al tejido base del mantón mediante pesos

Consolidación del bordado

Los bordados en los mantones de Manila son otro de los elementos que necesita una consolidación muy específica, puesto que todos sin excepción sufren un deterioro muy acusado en algunas circunstancias y más leve en otras, dependiendo de la calidad del mantón o el estado de conservación: El desbordado de parte de su trabajo de realce.

Para adentrarnos en esta problemática, empezamos evaluando si el bordado mantiene su forma y es sencillo saber por dónde iban cosidas las puntadas del realce o si por el contrario, se ha perdido el bordado de forma definitiva.



En la primera de las premisas, la intervención es relativamente sencilla, se vuelve a realizar la punta perdida y se sujeta para evitar otra vez el deterioro.

A continuación enumeraremos una serie de ejemplos en una tabla comparativa con el proceso de consolidación de hilos antes y después de la intervención, donde se pueden apreciar bordados reconstruidos (tabla 1).

Tabla1. Ejemplos de intervención en bordados de mantones de Manila con hilos sueltos.

Bordado sin intervenir	Bordado consolidado
	
	

683



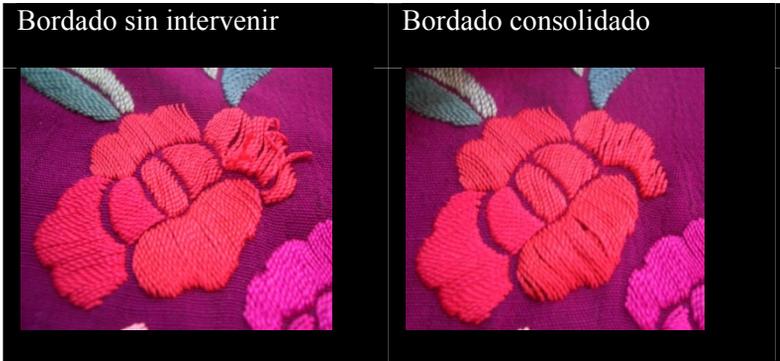


Tabla 4. Proceso de consolidación del bordado en un mantón de Manila

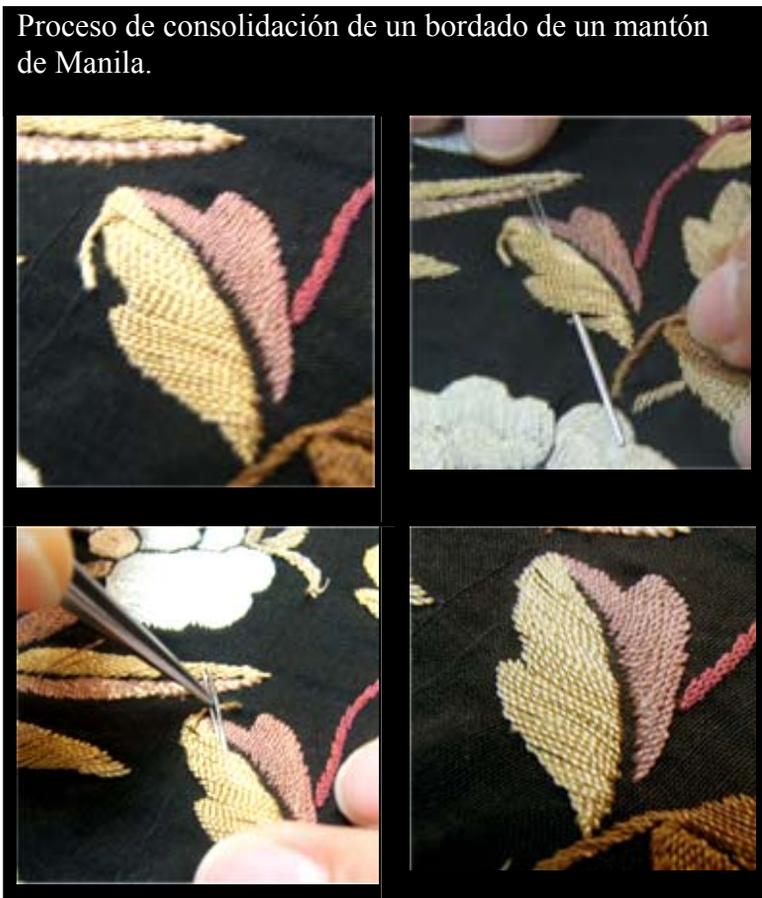


Tabla 3. Proceso de consolidación del bordado.



Bordado sin intervenir



Bordado tras el proceso de intervención

589



CONSOLIDACIÓN DE LOS FLECOS

Otra de las problemáticas de consolidación que más afecta a los mantones de Manila es la rotura de los flecos de su macramé (ilustración 17).



Ilustración 17. Fleco de un mantón de Manila con grandes faltantes de macramé.

En estos casos se necesitaría una tela de consolidación resistente pero a su vez transparente. Y de todas las analizadas que cumpla estas dos características sería el monofilamento de nylon el seleccionado.

Sobre el cual se rehizo el macramé injertando los fragmentos que fueron necesarios (ilustración 18). El resultado final se presenta en la ilustración 19.

989





Ilustración 18. Injertos de hilos en un macramé con faltantes sobre monofilamento de nylon como tela de consolidación.



Ilustración 19. Resultado de la consolidación sobre un fleco.

189



CONSOLIDACIÓN DE ELEMENTOS ADHERIDOS

Algunos mantones lucen aplicaciones de marfil pintados para simular las caras de las figuras que el mantón tiene bordadas, las cuales están sobrepuestas mediante unas puntadas al mantón en las zonas establecidas, como ya se ha citado en capítulos anteriores (ilustración 20). El monofilamento de nylon nos permite realizar una consolidación de protección sobre ellas, dada su capacidad de transparencia y resistencia. Evitando así fricciones que podrían desgastar y hacer desaparecer la pintura que decora las placas de marfil. (Ilustración 21).



Ilustración 20. Placas de marfil con las caras de los personajes de un mantón llevadas a su sitio mediante puntadas tal y como iban colocadas.





Ilustración 21. Resultado final de una aplicación de marfil protegida con monofilamento de nylon en un mantón de Manila.



Ilustración 22. Mantón de Manila con aplicaciones de marfil.

689





Ilustración 23. Mantón de Manila tras consolidar sus aplicaciones de caras de marfil con monofilamento de nylon.







I-Conclusiones

Tras el desarrollo de los distintos apartados de esta memoria, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Después del estudio pormenorizado de las técnicas y elementos constituyentes de los mantones de Manila podemos señalar la importancia de la calidad de sus materiales y las técnicas tan depuradas de bordado e iconografía, que se observan en los mantones de china y de los diferentes puntos de producción posteriores, que hacen a estas piezas dignas de considerarse obras de arte, siendo este hecho además potenciado por la enorme difusión que tuvieron en el siglo XIX y principios del XX, tal como podemos observar en diferentes manifestaciones pictóricas de esta época en las que el mantón era parte principal.

Los procesos de manufactura pueden influir negativamente en la conservación de estas piezas, debido a todo el procesado de la propia fibra de seda, a la tejeduría y a tratamientos finales como la tinte o la carga química de la seda, siendo estos dos últimos, muy agresivos por trabajar en niveles de pH extremos que deterioran el polímero fracturándolo y alterando la coloración.

Como resultado del estudio del estado de conservación de un elevado número de piezas aproximadamente unas 90, podemos afirmar que el deterioro que más afecta la pervivencia de estas obras, es la solidez de su tejido base, si este tejido no puede soportar los bordados y el uso, pasa a ser una pieza sin función. Este es el motivo por el que la investigación se ha centrado en la técnica de consolidación.

Así pues, desde el punto de vista de la conservación-restauración de tejidos históricos, tras revisar la bibliografía y documentación específica sobre consolidación de textiles, se seleccionaron los tejidos y técnicas de costura más utilizados, en este caso específico, para obras de soporte de seda. Punto de restauración, punto de restauración modulado y punto de hilván, Cinco tejidos, tul de seda, monofilamento de nylon, pongee de seda, crepelina de seda y organza de seda.



Una vez caracterizados y realizados los ensayos de envejecimiento, así como los análisis químico-mecánicos, podemos concluir:

- Es evidente que el gramaje y la densidad son fundamentales para determinar si un tejido es utilizado como soporte inferior o como soporte superior de protección por su transparencia, sin embargo dependiendo de las características del deterioro estos últimos puedan utilizarse también como consolidante inferior.
- Los tejidos naturales tienen en general menor resistencia a la radiación ultravioleta y calor seco.
- Los tejidos sintéticos son mucho más sensibles al calor húmedo y al calor seco.
- Los tejidos de red, en general son más elásticos que los de calada, pero es muy importante tener en cuenta la direccionalidad del tejido.
- En cuanto al sistema de costura, de los elegidos por su amplia utilización podemos concluir que el más resistente a los movimientos y resistencia mecánica, es el punto de hilván en comparación con el punto de restauración. Es por esto que es aconsejable utilizar esta puntada para líneas de fijación y el punto de restauración reservarlo para los deterioros específicos de pérdida de tramas o urdimbres.
- En definitiva las características propias de cada obra, sobre todo sus deterioros y la manera en cómo se va a preservar, son las que van a determinar la utilización de un tejido u otro. Pudiéndose usar como guía las fichas que se han elaborado.



Con las características concretas de cada tejido analizado en este estudio podríamos concretar una serie de premisas que diferenciarían a unos de otros, caracterizándolos de forma concreta y en comparación con el resto.

ANALIZANDO SU TRANSPARENCIA

El pongee de seda es, de los tejidos llevados a estudio, el que menor capacidad de transparencia presenta, por lo que su utilización se verá enfocada a ser soporte inferior de consolidación.

La crepelina de seda entraría dentro de los materiales que más capacidad de transparencia tiene, solo comparable en valores a los tejidos de punto. Con un proceso de teñido adecuado podría pasar totalmente desapercibido al ojo humano.

La organza de seda de los cinco tejidos analizados, es de los que menos capacidad de transparencia presenta, aunque en comparación con el pongee, sus niveles de transparencia son mayores.

El tul de seda mantiene los mismos niveles de transparencia que la crepelina de seda y el monofilamento de nylon, pero en su estado sin envejecer contiene un blanco óptico que en los procesos de teñido que se suelen realizar se pierde por completo, lo que la aproximaría a la transparencia casi invisible del monofilamento de nylon.

El monofilamento de nylon sobrepuesto en su estado natural o comercial sin teñir es prácticamente invisible para el reflectógrafo, así que teñido al tono de la obra de arte a tratar podría considerarse transparente. Esta transparencia puede ser debida al ligamento de punto de celdillas abiertas y al grosor fino de su único filamento.



ANALIZANDO SU CAMBIO CROMÁTICO DEBIDO A LOS ENVEJECIENTOS ARTIFICIALES ACELERADOS.

El pongee de seda, el cambio cromático que experimenta en sus procesos de envejecimiento acelerado es igual de notorio que en los materiales naturales llevados a estudio. Cambia hacia colores verdosos con un índice muy alto de amarilleamiento, experimentando un alto índice de pérdida de luminosidad. Por lo que en el caso de utilizarse como fondo de lagunas habrá que tener en cuenta este aspecto.

La crepelina de seda al igual que los tejidos naturales muestra un cambio cromático muy notorio tras los procesos de envejecimiento, siendo el más radical el causado por la radiación ultravioleta. Exhibe en su envejecimiento un nivel alto de pérdida de luminosidad, con el tiempo nuestras reintegraciones se verán oscurecidas, unido a un viraje hacia el rojo expuesta al calor húmedo y a la radiación ultravioleta, y verdoso expuesto al calor seco. En los tres casos el amarillento se hace muy patente.

La organza de seda experimenta un cambio cromático muy acentuado tras los envejecimientos acelerados, afectando al color con una bajada de luminosidad más notoria en las cámaras de calor seco y radiación ultravioleta. El viraje cromático se desplaza hacia un color más verdoso con mucha tendencia al amarilleamiento, tal y como les pasa a los tejidos de seda analizados.

El tul de seda realiza un cambio en su luminosidad hacia el negro en los tres procesos de envejecimiento artificial al que ha sido expuesto afectándole en menor medida el calor húmedo, como en los tejidos naturales llevados a estudio, siendo la radiación ultravioleta el que más hace variar sus índices.



En cuanto a su viraje de color tiende hacia colores más rojizos y con un amarilleamiento generalizado en los tres procesos de envejecimiento, siendo más notorio en las probetas expuestas a la radiación ultravioleta, seguidas de las expuestas al calor seco, siendo casi imperceptible en el calor húmedo. Es un material muy estable cromáticamente expuesto al calor húmedo y totalmente inestable expuesto a la radiación ultravioleta.

El monofilamento de nylon de los tejidos llevados a estudio tras la exposición extrema a la radiación ultravioleta es el que menos altera su cromatismo, sin embargo, tras la exposición a temperatura y humedad altas modifica de forma notoria su grado de luminosidad.

ANALIZANDO SU CAPACIDAD DE RESISTENCIA

El pongé de seda tiene una capacidad de resistencia muy superior a cualquier tejido de los llevados a estudio. Esta es de igual intensidad en tramas y urdimbres, no marcando una direccionalidad de colocación a la hora de aplicarlo en una consolidación textil, (tanto la trama como la urdimbre tienen la misma capacidad de resistencia). Pese a verse muy mermado en su capacidad de resistencia en los procesos de envejecimiento, (sobre todo en la cámara de radiación ultravioleta), sus valores en comparación con los otros tejidos siguen siendo superiores. Lo que nos lleva a afirmar que pese a ser un tejido natural es el que mayor capacidad de resistencia tiene antes y después del proceso de envejecimiento de entre todos los tejidos estudiados. Muy apto para utilizarse en consolidaciones que necesiten ser durables y resistentes.

La crepelina de seda. en comparación con los tejidos de su mismo gramaje y transparencia, (monofilamento de nylon y tul de seda), tiene mayor capacidad de resistencia en su estado sin envejecer, pero los procesos de envejecimiento acelerado

969



provocan que sus valores disminuyan en mayor medida que los otros dos tejidos de su mismo gramaje, afectándole la radiación ultravioleta hasta niveles de anulación completa de la capacidad de resistencia, así pues las intervenciones que realicemos con este material han de mantenerse protegidas de este agente, quedando descartado este material para exposiciones donde no se controle este factor de deterioro. Su capacidad de resistencia es igual en tramas que en urdimbres, al igual que en el pongee de seda no influye la dirección a la hora de colocarlo en la pieza.

La organza de seda, tiene una capacidad de resistencia menor que el pongee de seda pero muy superior a la crepelina, viéndose muy mermada con las radiaciones ultravioletas, no anulando su capacidad por completo como en la crepelina de seda pero si empeorando en un 35% su capacidad como mínimo. Lo que hace también muy cuestionable su utilización en ambientes en donde no se controle este agente de deterioro, quedando acotada su utilización para piezas de exposición muy controlada y reducida, mantenidas en almacenes museísticos en donde la temperatura esté muy controlada, puesto que el calor seco también le afecta pero en menor medida que la radiación ultravioleta.

El tul de seda, de los tejidos estudiados, comparándolos en su estado sin envejecer, es de los que menos capacidad de resistencia tiene, capacidad que a diferencia de la crepelina de seda en un principio más resistente, no se ve muy mermada tras ser expuesta a la radiación ultravioleta, el agente externo de deterioro que más debilitaba en capacidad de resistencia a los tejidos naturales de seda.

El monofilamento de nylon comparado con los tejidos de gramaje similar, como son el tul de seda y la crepelina de seda, estaría al nivel de resistencia del tul de seda, constatando la



premisa de más resistencia en dirección de filas que en columnas.

ANALIZANDO SU CAPACIDAD DE ALARGAMIENTO O ELONGACIÓN

El pongé de seda, frente a los tejidos de calada es el que mayores índices posee. Más comparable a los tejidos de punto que ninguno de los tafetanes, pero cuando se expone al envejecimiento acelerado es este parámetro el que se siente más mermado. En comparación con los otros tejidos de calada y valorando los envejecimientos de estos, sigue siendo el que más capacidad de alargamiento presenta, pero se queda muy atrás en valores, en comparación con los tejidos de punto.

En la crepelina de seda su capacidad de alargamiento es muy inferior a la de los ligamentos de punto con los que la comparamos, condicionando este material a piezas que se sepa que no van a sufrir movimientos muy bruscos que llevarían a romper o crear deformaciones en las intervenciones realizadas.

La organza de seda, tiene prácticamente la misma capacidad de alargamiento que la crepelina de seda y el tul de seda, pese a su gramaje dos veces superior, y al igual que la crepelina de seda su capacidad de alargamiento tras exponerla a la radiación ultravioleta se ve totalmente menguada.

En el monofilamento de nylon su capacidad de alargamiento es muy superior a todos los tejidos de calada llevados a estudio, capacidad que no se ve mermada con ninguno de las tres cámaras de envejecimiento artificial acelerado estudiadas. De hecho, se ve aumentada en las probetas que fueron expuestas al calor húmedo, lo que nos podría llevar a pensar en una rehidratación de la fibra.



FACTORES DE DETERIORO

El pongé de seda es un tejido altamente sensible a la radiación ultravioleta y al calor seco, mostrando una sensibilidad menor al calor húmedo.

La crepelina de seda al igual que el pongee es muy sensible a los agentes de deterioro por calor seco y radiación ultravioleta, y en menor medida el calor húmedo.

En la organza de seda el mayor agente de deterioro es la radiación ultravioleta, afectándole en menor medida el calor seco, y favoreciendo en sus valores el calor húmedo, lo que hace ideal este material en zonas donde la humedad relativa es mayor pero sin pasar umbrales que puedan favorecer, el crecimiento de microorganismos.

EL tul de seda, no experimenta grandes cambios expuesto a los mismos agentes de deterioro que los tejidos de calada estudiados, pero la radiación ultravioleta altera más sus niveles de capacidad de resistencia y elongación que ninguno de los otros dos procesos de envejecimiento, que en contra punto aumentan sus valores.

En el monofilamento de nylon, el calor elevado y con humedad es el factor que más lo altera, pero con unos niveles muy bajos de alteración.







*J-Contribuciones
científicas*

ARTICULOS

2006

VICENTE PALOMINO, Sofia, BONET ARACIL, M^aAngeles, ARBUES FANDOS, Natalia, MONLLOR PEREZ, Pablo. *Fabrics analysis and characterization that usually are used in the textile consolidation.* ARCHE n^o 1. Valencia 2006.

2007

ARBUES FANDOS, Natalia, BONET ARACIL, M^aAngeles, VICENTE PALOMINO, Sofia. *Análisis del comportamiento de los materiales más comúnmente utilizados en la técnica de consolidación de tejidos históricos mediante costura.* ARCHE n^o 2. Valencia 2007.

2008

ARBUES FANDOS, Natalia, VICENTE PALOMINO, Sofia, YUSÁ-MARCO, Dolores, BONET ARACIL, M^aAngeles, MONLLOR PEREZ, Pablo. *The Manila Shawl Route.* ARCHE Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV, 3, (2008), 137-1142.

2010

ARBUES FANDOS, Natalia, BONET ARACIL, M^aAngeles, YUSÁ-MARCO, Dolores, MONLLOR PEREZ, Pablo VICENTE PALOMINO, Sofia *Study of the behaviour of silk pongee used for th consolidation of historical textiles. .*



Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV, 4-5, (2009-2010), 155-158

ARBUES FANDOS, Natalia, VICENTE PALOMINO, Sofia, YUSÁ-MARCO, Dolores, BONET ARACIL, M^aAngeles, MONLLOR PEREZ, Pablo, FUSTER-LOPEZ, Laura *Woven nylon monofilament versus crepeline silk-. A strctural appriach to the consolidation of degraded Manila Embroidered Shawls. ICOM 2010.*

CONGRESOS

BONET ARACIL, M^aAngeles, ARBUES FANDOS, Natalia, VICENTE PALOMINO, Sofia, MONLLOR PEREZ, Pablo, *Analisis de los materials y técnicas de consolidación para la aplicación al caso específico del mantón de Manila. Determinación de los materiales más adecuados y adaptación de métodos específicos. 16 CONGRESO INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES. UNESCO. Valencia, 2006. Ponencia.*

ARBUES FANDOS, Natalia, VICENTE PALOMINO, Sofia, YUSÁ-MARCO, Dolores, BONET ARACIL, M^aAngeles, *The color in the Embroidered shawl route.COLOURS 2008-Bridging Science with art. Evora, Potugal. 2008.Poster*



ARBUES FANDOS, Natalia, VICENTE PALOMINO, Sofia, YUSÁ-MARCO, Dolores, BONET ARACIL, M^aAngeles, MONLLOR PEREZ, Pablo, FUSTER-LOPEZ, Laura -. *A structural approach to the consolidation of historic textiles: Woven nylon monofilament versus silk tulle.* PO-OCAI, 12^a JORNADAS DE ANALISIS INSTRUMENTAL, JAI. Barcelona, España, 2008. Poster.

ARBUES FANDOS, Natalia, BONET ARACIL, M^aAngeles, VICENTE PALOMINO, Sofia, MONLLOR PEREZ, Pablo, YUSÁ-MARCO, Dolores *The use of silk crepe line for the consolidation of historical fabrics.* 17^aINTERNATIONAL MEETING HERITAGE CONSERVATION. ICOM-CC(International Council of Museums- comitee for conservation). Villareal (castellos), Spain, 2008. Poster.

ARBUES FANDOS, Natalia, BONET ARACIL, M^aAngeles, VICENTE PALOMINO, Sofia, MONLLOR PEREZ, Pablo, YUSÁ-MARCO, Dolores *Consolidation issues of Manila shawls.* 17^aINTERNATIONAL MEETING HERITAGE CONSERVATION. ICOM-CC(International Council of Museums- comitee for conservation). Villareal (castellos), Spain, 2008. Ponencia.

ARBUES FANDOS, Natalia, YUSÁ-MARCO, Dolores, BONET ARACIL, M^aAngeles, MONLLOR PEREZ, Pablo, VICENTE PALOMINO, Sofia, FUSTER-LOPEZ, Laura *Study on the behavior of silk pongee for the consolidation of the historical textiles by SEM, spectroscopic techniques and*



mechanical properties. EUROPEAN CONFERENCE ON ANALYTICAL CHEMISTRY, EUROANALYSIS, *The impact of Analytical Chemistry on quality of Life*, Innsbruck, Austria, 2009. Poster

VICENTE PALOMINO, Sofia ARBUES FANDOS, Natalia, MONTESINOS FERRANDIS, Eva, YUSÁ-MARCO, Dolores, *Study of the suitability of consolidation treatments used in ancient textiles throughout history and current perspectives of material and methods.* JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN CONSERVACION DEL PATRIMONIO CULTURAS EN ESPAÑA. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofia, Ministerio de Ciencia e Innovacion, CSIC, Madrid. 2010. Poster.

VICENTE PALOMINO, Sofia ARBUES FANDOS, Natalia, MONTESINOS FERRANDIS, Eva, YUSÁ-MARCO, Dolores, DOMENECH CARBÓ, M^aTeresa, *Folklore, textiles and conservation. An approach to the consolidation of Manila and Valencian embroidered silk shawls.* ICOM-CC 16th Triennial Conference, Lisbon, Portugal, 2012. Poster.



