



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



---

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO  
DE ENVEJECIMIENTO DE TEJIDOS TRATADOS CON  
DIFERENTES RESINAS

---

*Tutoras: María Ángeles Bonet Aracil*

*Eva Bou Belda*

*Alumna: Paula Martí Ciria*

Máster Universitario en Ingeniería Textil

Departamento de Ingeniería Textil y Papelera

Alcoy, Marzo 2019

## **RESUMEN**

En este trabajo se realiza un estudio comparativo de textiles tratados con distintas resinas de diferente naturaleza al sometarlas a un envejecimiento acelerado. Para llevar a cabo el estudio se valora el amarilleamiento, cambio de color, pérdida de resistencia a la tracción y la respuesta frente el lavado y frote. Con tal de estudiar la influencia del tiempo de envejecimiento se tomarán muestras cada cierto tiempo, siendo éstas caracterizadas mediante las técnicas instrumentales necesarias para realizados los ensayos comentados anteriormente.

*Palabras clave:* Resina, textil, tratamiento, envejecimiento

## **ABSTRACT**

A comparative study of textiles treated with different resins from diverse nature-against an accelerated aging has been carried out. To conduct the study, yellowing, color change, loss of tensile strength and results after washing and rubbing have been evaluated. In order to study the influence of aging in textile, samples have been taken at different ageing periods, and they have been characterized by the instrumental techniques necessary to carry out the tests mentioned above.

*Keywords:* Resin, textile, treatment, ageing.

# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
1.1 La industria textil en España .....	1
1.2 Aprestos y acabados en fibras textiles .....	4
1.3 Recubrimiento polimérico .....	6
1.3.1 Polímeros acrílicos .....	9
1.3.2 Polímeros estireno acrílicos .....	11
1.3.3 Copolímeros de estireno butadieno .....	14
1.4 Tecnologías disponibles .....	16
1.5 Envejecimiento acelerado .....	19
1.6 Laiex en la industria textil .....	22
2. Objeto del trabajo .....	22
3. Experimental .....	23
3.1 Material empleado .....	23
3.1.1 Sustrato textil .....	23
3.1.2 Polímeros de recubrimiento .....	24
3.2 Métodos .....	24
3.2.1 Cromatografía de gases .....	24
3.2.2 Temperatura mínima de formación de film .....	26
3.2.3 Dureza del polímero .....	26
3.2.4 Viscosidad .....	28
3.2.5 Aplicador automático por rasqueta .....	28
3.2.6 Resistencia al frote en húmedo .....	29
3.2.7 Colorimetría .....	30
3.2.8 Envejecimiento acelerado .....	32
3.2.9 Resistencia al lavado y secado doméstico .....	34
3.2.10 Dureza shore A .....	36
3.2.11. Resistencia a la tracción .....	38
3.2.12. Microscopio óptico .....	39
3.3 Características técnicas de los polímeros empleados .....	39
4. Procedimiento experimental .....	40
4.1 Formulación de la pasta .....	40
4.2 Preparación del tejido .....	41
4.3 Recubrimiento por rasqueta .....	41

5. Resultados .....	43
5.1 Evaluación visual de los recubrimientos .....	47
5.2 Evaluación de los cambios cromáticos de los recubrimientos mediante espectrofotometría.....	48
5.2.1 Coordenadas Cielab L* a* b* .....	48
5.2.2 Índice de blancura e índice de amarilleamiento .....	53
5.3 Envejecimiento artificial acelerado .....	55
5.4 Resistencia al frote en húmedo .....	58
5.5 Resistencia al lavado y secado doméstico .....	66
5.6 Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura .....	75
5.7 Dureza shore A .....	84
6. Conclusiones .....	87
7. Líneas futuras .....	89
8. Bibliografía .....	90

## **1. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1 LA INDUSTRIA TEXTIL EN ESPAÑA.**

La industria textil-confección constituye un sector heterogéneo y diverso que comprende un amplio número de actividades productivas, desde la producción de las fibras hasta la elaboración de la prenda de vestir o artículo textil final que llega al consumidor.

El sector textil y confección (Divisiones 13 y 14 de la CNAE-2009 y Rama 16 de la clasificación RAMI) comprende los siguientes subsectores [1]:

- Preparación e hilado de fibras textiles (Grupo 13.1, CNAE-2009)
- Fabricación de tejidos textiles (Grupo 13.2, CNAE-2009)
- Acabado de textiles (Grupo 13.3, CNAE-2009)
- Fabricación de otros productos de textiles (Grupo 13.9, CNAE-2009)
- Confección de prendas de vestir (Grupo 14.1, CNAE-2009)
- Fabricación de artículos de peletería (Grupo 14.2, CNAE-2009)
- Confección de prendas de vestir de punto (Grupo 14.3, CNAE-2009)

A lo largo de las dos últimas décadas, el sector textil confección ha sufrido sucesivos procesos de reconversión y reestructuración con el fin de adoptar nuevas tecnologías productivas para hacer frente a la cada vez mayor competencia internacional, derivada de la creciente liberalización del comercio mundial de productos textiles. En los últimos años, la industria textil-confección ha sufrido los efectos recesivos derivados del estancamiento de la demanda interna y del endurecimiento de la competencia, ya que al liberalizarse el comercio internacional de fibras y productos textiles han aumentado, de manera considerable, las importaciones de productos de bajo coste elaborados en países en vías de desarrollo [2].

Según datos recogidos por el Instituto Nacional de Estadística, la evolución del número de empresas en el sector textil ha ido disminuyendo progresivamente en estas décadas con una ligera subida observada a partir del año 2015 [1].

Tabla 1. Evolución del número de empresas en el sector textil.

Año	CNAE 13. Industria textil	CNAE 14. Industria de la confección y de la papelerera	CNAE 15. Preparación curtido y acabado del cuero	Total sector textil
2000	10764	16357	7116	34237
2001	10797	16811	7071	34679
2002	10536	16526	6951	34013
2003	10304	16240	6757	33301
2004	9999	15469	6473	31941
2005	9412	13979	6261	29652
2006	9116	13281	6017	28414
2007	8716	12386	5690	26792
2008	7668	12171	5294	25133
2009	7037	10962	4745	22744
2010	6649	10171	4707	21527
2011	6437	9710	4668	20815
2012	6143	8952	4616	19711
2013	6039	8647	4753	19439
2014	6074	8667	4753	19494
2015	6125	8578	4738	19441
2016	6256	8779	4691	19726
2017	6518	9025	4726	20269

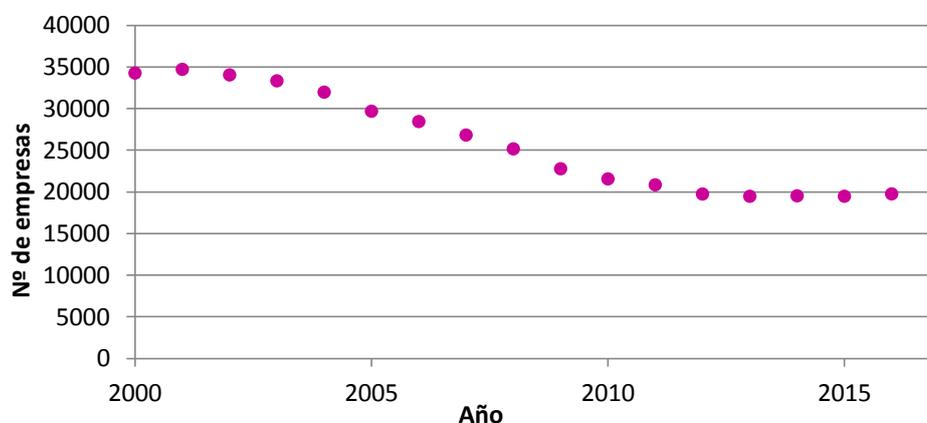


Gráfico 1. Evolución del número de empresas en el sector textil [Elaboración propia].

Tabla 2. Empresas en el sector textil por estrato de asalariados. Año 2017.

Año	Total	CNAE 13. Industria textil	CNAE 14. Industria de la confección y de la papelerera	CNAE 15. Preparación curtido y acabado del cuero
Total	20269	6518	9025	4726
Sin asalariados	8853	2735	4471	1647
Micropymes (1-9)	8474	2839	3686	1949
Pymes (10-199)	2991	929	858	1124
Grandes empresas ( =>200)	31	15	10	6

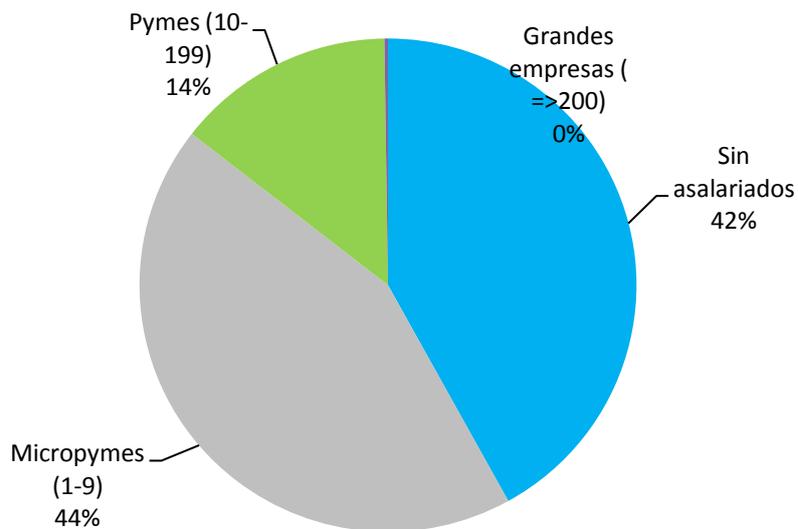


Gráfico 2. Empresas en el sector textil por estrato de asalariados. Año 2017

[Elaboración propia].

Ante estas dificultades, las empresas del sector han reaccionado adoptando modificaciones tecnológicas y organizativas, que les han permitido mantener la competitividad, con independencia de las fluctuaciones de los precios. Para conservar y reforzar su posición competitiva, la industria española deberá profundizar en este proceso de modernización tecnológica e innovación.

## 1.2 APRESTOS Y ACABADOS EN FIBRAS TEXTILES.

Actualmente, los aprestos y acabados textiles son una de las actividades más notorias en el sector textil y han sido las nuevas investigaciones las que han permitido la obtención de nuevos y sorprendentes efectos de aprestos y acabados en estas últimas décadas. El conocimiento de la síntesis de polímeros, investigación sobre formación y estabilidad de emulsiones ha permitido la creación de nuevos agentes de acabado.

Se entiende por apresto y acabado al conjunto de operaciones mecánicas, físicas o químicas a excepción la preparación, blanqueo, tintura y estampación, a los en los que se somete un textil al abandonar el telar, cuya finalidad es dotarle de un valor añadido, tal como un aumento del embellecimiento (mejorar el atractivo) o una mayor utilidad práctica, dándole alguna propiedad que no poseía. Solo se aplica a la tercera fase y última del tratamiento al que se someten los tejidos [3].

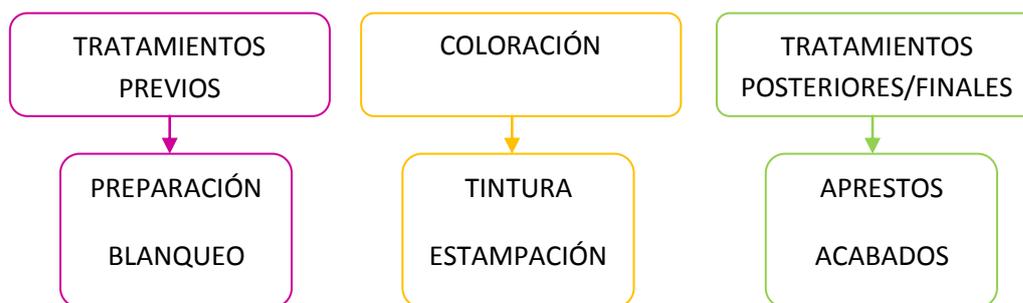


Gráfico 3. Clasificación de procesos textiles [4]

La mayoría de acabados se aplican a tejidos, no tejidos y tejidos de punto. Pero el acabado también se realiza en forma de hilo o en forma de prenda.

Se considera apresto a la parte de las operaciones en las que el producto químico que se pone en contacto con el género, es el factor primordial del cual depende el efecto obtenido.

Se considera acabado a aquellas operaciones en las que el resultado final obtenido sea función, en mayor grado, del tratamiento mecánico a que se halla sometido el género.

Dicho esto, los tratamientos de aprestos y acabados pueden dividirse en dos amplias clases:

- Mecánicos
- Químicos

Los tratamientos químicos engloban a los aprestos textiles, como por ejemplo, el almidonado, recubrimiento polimérico ignífugo, repelente o antimicrobiano. En todos ellos se adicionan productos químicos utilizando como medio de transporte el agua. Los acabados químicos han evolucionado notoriamente con los años.

Los tratamientos mecánicos engloban a los acabados textiles, como el calandrado, prensado, perchado, acabado inencogible, cepillado, tundido, esmerilado o fijado. También se incluyen procesos térmicos. Los tratamientos mecánicos son conocidos desde tiempo atrás y no han evolucionado mucho con el transcurso de los años.

Es difícil en algunos casos establecer un límite entre ambas definiciones, existen algunas operaciones en las que el efecto deseado dependen por igual del tratamiento químico que del tratamiento mecánico. En muchos casos se combinan ambos tratamientos realizando un apresto previo y un paso por la calandra final para aumentar su efecto final. Algunos tratamientos mecánicos necesitan el uso de productos químicos para llevarse a cabo como, por ejemplo el fresado que necesita agentes reductores para evitar el encogimiento en tejidos de lana. Por otra parte los tratamientos químicos no son posibles sin los tratamientos físicos o mecánicos.

El tratamiento a realizar sobre el hilo o el sustrato textil dependerá de la naturaleza de la fibra textil y de la aplicación del artículo final.

En los últimos años, ha habido una tendencia creciente hacia los aprestos y acabados textiles técnicos y de "alta tecnología" [3][5].

### **1.3 RECUBRIMIENTO POLIMÉRICO.**

Un textil recubierto es el resultado de la asociación de un tejido y una o más capas de un material polimérico.

El revestimiento y laminado son técnicas cada vez más importantes para agregar valor a los textiles técnicos. El recubrimiento y la laminación mejoran y amplían el rango de propiedades de rendimiento funcional de los textiles, proporcionando textiles con más cuerpo y consistencia, con menor facilidad de rotura y más resistentes a los lavados. El uso de estas técnicas está creciendo rápidamente a medida que las aplicaciones para textiles técnicos se vuelven más diversas. Las estructuras de tela más baratas pueden revestirse o laminarse para proporcionar un mayor valor agregado a los usuarios finales y márgenes de beneficio más altos para los fabricantes [6].

En el recubrimiento, el material polimérico, se aplica sobre el textil en forma fluida y posteriormente, se forma el film. En el laminado, el polímero se aplica directamente en forma de lámina, previamente preparado con uno o más sustratos textiles usando adhesivos, calor y/o presión.

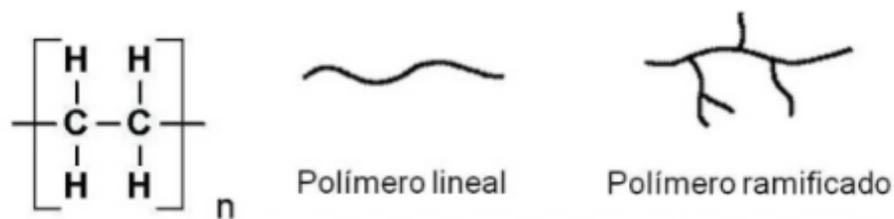
Los recubrimientos poliméricos para textiles técnicos pueden aportar, por ejemplo, aportando repelencia al agua, permeabilidad al aire, resistencia a la luz UV o a la luz solar, efecto antimicrobiano etc...

Las resinas poliméricas se obtienen por reacción química mediante polimerización, por la cual los reactivos, monómeros, (compuestos de bajo peso molecular) forman enlaces químicos entre sí, para dar lugar a una molécula de mayor peso molecular ya sea esta de cadena lineal o de estructura tridimensional, denominada polímero.

Se llama polimerización por adición cuando los monómeros se unen entre sí sin pérdida de átomos, es decir, la composición química de la cadena resultante es igual a la suma de las composiciones químicas de los monómeros que la conforman. En la reacción de polimerización por adición no se generan subproductos. Se llama

polimerización por condensación cuando la molécula de monómero pierde átomos y pasa a formar parte del polímero. En la polimerización por condensación se generan subproductos [7].

Los polímeros obtenidos pueden ser lineales o termoplásticos y reticulados o termoestables. Los polímeros lineales o termoplásticos son aquellos en los que la unión de los monómeros se efectúa en una única dirección y que por el calor se ablandan, siendo moldeables e incluso funden. Los polímeros lineales aportan aprestos semipermanentes. En los polímeros reticulados o termoestables la unión de los monómeros se efectúa en varias direcciones posibles formando una red tridimensional, sin deslizamiento entre cadenas, dando lugar a polímeros más resistentes al calor y a disolventes. Los polímeros ramificados aportan aprestos permanentes [3][8].



*Ilustración 1. Estructura de polímeros lineales y ramificados [7].*

A largo plazo el revestimiento textil con resinas poliméricas se seguirá empleando en la industria textil, pero existen técnicas actualmente desarrolladas que están adquiriendo importancia en el sector, estas son revestimiento por fusión en caliente y procesos por plasma [9].

Los polímeros pueden presentarse en forma líquida (como dispersiones o pasta) o en forma sólida (los hotmelts). Según el estado, vendrá, definidos por unas características u otras.

Si es en forma líquida, necesitará formularse con aditivos que optimicen el proceso de recubrimiento. Tales productos de formulación pueden ser un diluyente (agua o disolvente), aditivos fijadores, cargas, pigmentos, catalizador, antiespumante, espesante...

La gamma de polímeros empleados para recubrimiento es extremadamente diversa y están en continuo desarrollo para cumplir con las especificaciones que existe el mercado. Existen diversos tipos de polímeros de recubrimiento que satisfacen un amplio rango de requisitos [3][12]:

- Poliamidas: PA6,PA6,6 y PA11 para hotmelts.
- Polietileno de alta y baja densidad: HDPE y LDPE para hotmelts.
- Poliésteres: PET y PBT para hotmelts.
- Acetato y alcohol de polivinilo (PVA) para hotmelts y aplicaciones acuosas.
- Cloruro de polivinilo (PVC) para aplicaciones acuosas.
- Etil vinil acetato (EVA) para hotmelts.
- Acrílica para aplicaciones acuosas.
- Acrílica estirenada para aplicaciones acuosas.
- Látex estireno butadieno para aplicaciones acuosas.
- Siliconas para aplicaciones acuosas.
- Fluorocarbonos para aplicaciones acuosas.

En el presente estudio los ensayos se realizan con emulsiones acuosas de tipo acrílicas, acrílicas estirenadas y de estireno butadieno en base agua.

Las emulsiones, concretamente son dispersiones de una fase líquida en forma de gotas dentro de otra fase líquida, denominada fase continua. Las dos fases son inmiscibles entre sí y por lo general presentan una apariencia blanca lechosa. Se pueden preparar emulsiones con un amplio intervalo de viscosidades. Para obtener dicha dispersión es necesario ingresar al sistema un surfactante, estos poseen una estructura química que consiste de un componente que tiene atracción por el medio disperso, normalmente llamado grupo hidrófobo o cola hidrocarbonada y otro componente que tiene atracción por el medio continuo, llamado grupo hidrófilo o cabeza polar. La parte hidrófila se clasifica en aniónico, catiónico o no iónico.

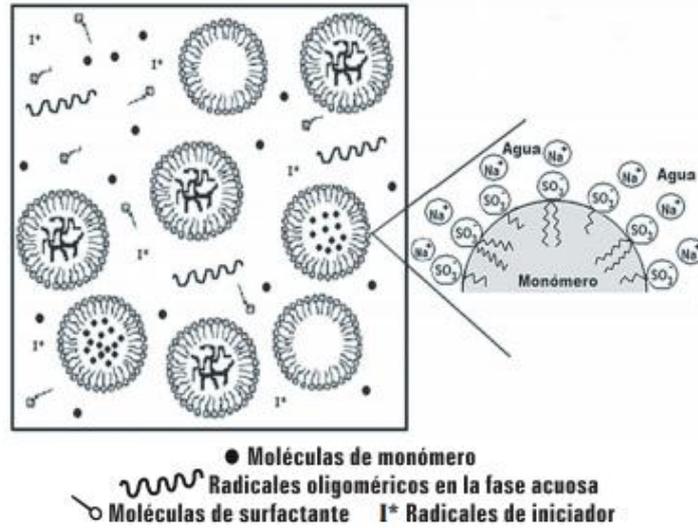


Ilustración 2. Esquema de ejemplo de polimerización en emulsión [10].

Al producto obtenido mediante la polimerización en emulsión se le conoce como látex, éste se define como una dispersión coloidal de partículas de polímero en un medio acuoso. En general, los látex contienen alrededor de 40 a 60% de sólidos poliméricos y comprenden una gran población de partículas de polímero disperso en la fase acuosa. El tamaño de partícula se encuentra dentro del intervalo de 10-1000 nm de diámetro y son generalmente esféricas [10].

### 1.3.1 POLÍMEROS ARÁLICOS.

Las resinas acrílicas, llamadas también polímeros de polimetil metacrilato (PMMA), es uno de los polímeros más conocidos industrialmente, procede del ácido acrílico y de la polimerización de éste. Es un polímero termoplástico, duro, resistente, transparente, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción, buena resistencia al envejecimiento y a la intemperie [11].

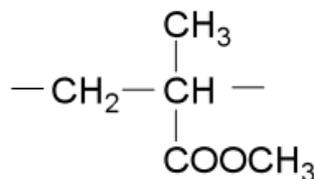


Ilustración 3. Estructura química del monómero de metil metacrilato [11].

Las propiedades físico-químicas del monómero de metil metacrilato se recogen en la siguiente tabla [12]:

Tabla 3. Propiedades físico químicas del metil metacrilato.

Peso molecular	100,13
Fórmula molecular	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Solubilidad	Ligeramente soluble en agua (aprox. 16g/L a 20°C) y miscible con la mayoría de disolventes orgánicos.
Punto de fusión	-48 °C
Punto de ebullición	100°C
Presión de vapor	5,3 kPa a 25,5°C
Densidad	1,09 veces la del aire
Límite de exposividad	Inferior al 2m1% y superior 12,5 % (concentración en aire)
Umbral del olor	Entre 0,05 y 0,34 ppm

El polímero polimetacrilato de metilo tiene lugar de la polimerización del monómero metil metacrilato como se ha citado anteriormente.



Ilustración 4. Esquema de polimerización del polimetacrilato de metilo [13].

Entre las principales propiedades de éste polímero destacan:

- Transparencia de alrededor del 92%. El más transparente de los plásticos, por lo que deja pasar casi todos los rayos UV y su poder de difusión es casi nulo.
- Alta resistencia al impacto, de unas 10 a 20 veces la del vidrio.
- Resistente a la intemperie y a los rayos ultravioleta.

- Excelente aislante térmico y acústico.
- Ligero en comparación con el vidrio (aproximadamente la mitad), con una densidad de unos 1190 kg/m<sup>3</sup> es sólo un poco más pesado que el agua.
- De fácil combustión, no se apaga al ser retirado del fuego. Sus gases tienen olor afrutado y crepita al arder. No produce ningún gas tóxico al arder por lo que lo podemos considerar un producto muy seguro para elementos próximos a las personas al igual que la madera.
- Gran facilidad de mecanización y moldeo.
- Presenta gran resistencia al ataque de muchos compuestos pero es atacado por otros, entre ellos el acetato de etilo, acetona, ácido acético glacial, ácido sulfúricobicromático, alcohol amílico, bencol, butanol, diclorometano, triclorometano, alcohol amílico, bencol, butanol, diclorometano (clorofomo) tolueno [14].

Por lo que respecta al sector textil, los polímeros acrílicos proporcionan a los textiles diversas propiedades como [15]:

- Buena solidez al lavado acuoso/seco.
- Buena solidez a la luz (al envejecimiento).
- Por su comportamiento termoplástico, son soldables.
- Evitan en cierto modo la formación de pilling.
- Según la resina, el tacto puede ser más o menos suave/rígido.
- Transparentes.
- Compatibilidad con otros productos.

### **1.3.2 POLÍMEROS ESTIRENO ACRÍLICOS.**

Los polímeros estireno acrílicos se producen de la polimerización a partir de estireno y varios ésteres de acrilato, como metacrilato de metilo, acrilato de butilo, acrilato de 2-etilhexilo, ácido acrílico, etc. Se pueden producir polímeros con atributos específicos para una variedad de aplicaciones de uso final [16].

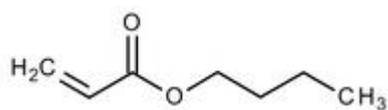


Ilustración 5. Estructura química de monómero de acrilato de butilo [17].

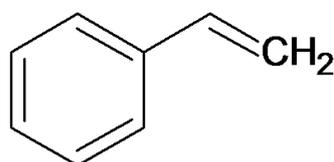


Ilustración 6. Estructura química de monómero de estireno [18].

Las propiedades físico-químicas del monómero de acrilato de butilo y estireno se recogen en las siguientes tablas [12]:

Tabla 4. Propiedades físico químicas del acrilato de butilo.

Peso molecular	128,2
Fórmula molecular	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
Solubilidad	Soluble con la mayoría de disolventes orgánicos.
Punto de fusión	-64 °C
Punto de ebullición	148°C
Presión de vapor	0,43 kPa a 20°C
Densidad de vapor	4,4 veces la densidad del aire

Tabla 5. Propiedades físico químicas del estireno.

Peso molecular	128,2
Fórmula molecular	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
Solubilidad	Soluble en agua
Punto de fusión	-30,6 °C
Punto de ebullición	145°C
Punto de inflamación	31°C c.c.
Temperatura de autoignición	490°C
Límites de explosividad	0,9-6,8 % en volumen de aire
Presión de vapor	0,67 kPa a 20°C
Densidad de vapor	3,6 veces la densidad del aire

De la polimerización de los monómeros ilustrados anteriormente tiene lugar el polímero estireno acrílico.

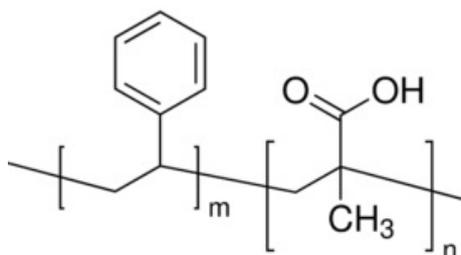


Ilustración 7. Estructura química de polímero estireno acrílico [19].

Por lo que respecta al sector textil, los polímeros acrílicos estirenados, proporcionan a los textiles diversas propiedades como [15]:

- Buena solidez al lavado acuoso/seco.
- Buena solidez a la luz (al envejecimiento).
- Por su comportamiento termoplástico, son soldables.
- Evitan en cierto modo la formación de pilling.
- Según la resina, el tacto puede ser más o menos suave/rígido.
- Transparentes.
- Compatibilidad con otros productos.

### 1.3.3 COPOLÍMEROS DE ESTIRENO BUTADIENO.

El caucho de estireno butadieno, más conocido como caucho SBR, es un copolímero del estireno y el 1,3 –butadieno. Este es el caucho sintético más utilizado a nivel mundial, con alrededor del 60% de la producción total de cauchos sintéticos del mundo, siendo la industria del neumático la mayor demandante de este caucho.

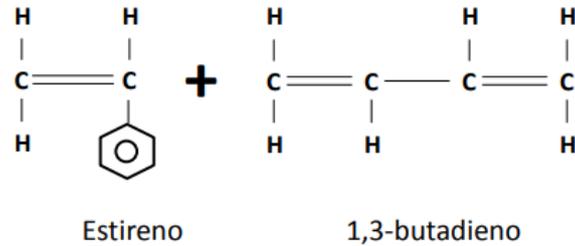


Ilustración 8. Estructura química del estireno y 1,3-butadieno [20].

Las propiedades físico-químicas del monómero de estireno se recogen en la tabla 9 y las del n-butadieno en la siguiente tablas [12]:

Tabla 6. Propiedades físico químicas del estireno.

Peso molecular	128,2
Fórmula molecular	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
Solubilidad	Soluble en agua
Punto de fusión	-64 °C
Punto de ebullición	148°C
Presión de vapor	0,43 kPa a 20°C
Densidad de vapor	4,4 veces la densidad del aire

De la polimerización de los monómeros ilustrados anteriormente tiene lugar el copolímero de estireno butadieno.

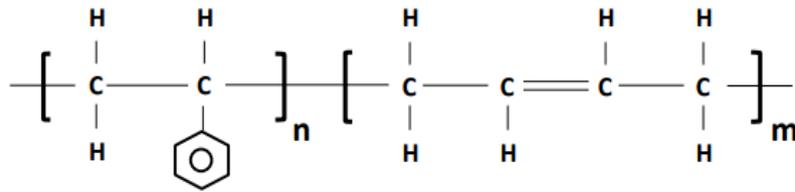


Ilustración 9. Estructura química del copolímero SBR [20].

Respecto a las resinas de naturaleza estireno butadieno proporcionan propiedades como:

- Excelente resistencia a la abrasión.
- Moderada resistencia al desgarro.
- Excelente resistencia al impacto.
- Moderada resistencia a la flexión.
- Temperatura de servicio:  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Baja resistencia a la intemperie (oxidación, ozono, luz solar).
- Excelente resistencia eléctrica.
- Muy baja permeabilidad a los gases.
- Buena resistencia al agua pero pobre resistencia al vapor de agua.
- No poseen resistencia a los hidrocarburos (alifáticos, aromáticos, clorados).
- Baja resistencia a ácidos diluidos, menor aún en caso de mayor concentración [20].

Respecto a las resinas de naturaleza estireno butadieno proporcionan propiedades como:

- Buenas cualidades de adhesión.
- Elevado poder ligante de cargas (reticulan)
- Poca estabilidad a las radiaciones UV, amarilleamientos.
- Pérdidas de resistencia.
- Poca resistencia a los disolventes.

En la actualidad, en la industria textil los materiales más comunes y utilizados son los polímeros acrílicos en base agua, especialmente en el sector textil hogar, prendas de protección personal EPIS, confección y moda. Este sector requiere un material de bajo coste para mejorar el producto final adicionando recubrimientos que proporcionen por ejemplo textiles ignífugos, retardantes de llama, textiles repelentes de líquidos entre otros. Estos requisitos se consiguen satisfactoriamente con polímeros acrílicos aditivados [15].

#### **1.4 TECNOLOGÍAS DISPONIBLES.**

La clave del éxito en el revestimiento y laminación de textiles depende de la aplicación y de la tecnología empleada. La productividad de la máquina es importante, pero la flexibilidad en términos de velocidad de producción y la versatilidad de los métodos de recubrimiento/laminación son factores importantes a considerar, así como un alto nivel de monitoreo de procesos, control de procesos y automatización para satisfacer especificaciones técnicas exigentes [21].

Este tipo de tecnología comprende varias posibilidades de aplicación, siendo las más habituales:

- Mediante rasqueta (al aire, sobre cinta de goma o sobre cilindro).
- Mediante cilindro.
- Por inmersión (fulard).
- Por spray (pulverizado).
- Por transferencia.

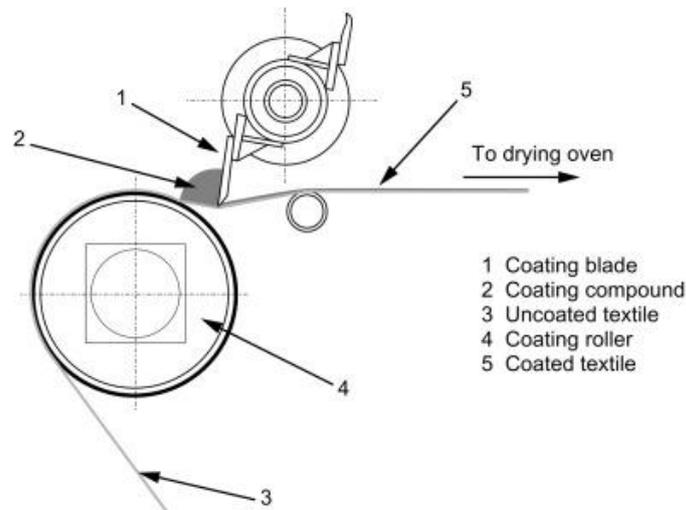
Actualmente se están desarrollando en un gran número de sectores aplicaciones procesos de aplicación de películas y láminas de material polimérico por transferencia, como por ejemplo en recubrimiento de metales [9].

En el presente estudio la tecnología empleada es mediante rasqueta al aire y rasqueta sobre cilindro.

La aplicación a rasqueta al aire es un sistema que no ofrece contacto con el cilindro. La rasqueta se encuentra colocada después de un soporte o, en su defecto,

justo antes de un cilindro que soporta al tejido. En esta variante la fuerza de compresión que se ejerce sobre el producto de recubrimiento es muy elevada y esto fuerza a la resina cubriente a penetrar entre los intersticios del tejido. La tensión del tejido, la viscosidad, porcentaje de sólidos, densidad del polímero de recubrimiento y la interacción entre polímero y substrato son aspectos que juegan un papel significativo en la cantidad de resina que se deposite.

Esta técnica es muy útil cuando se desea depositar una mínima cantidad de pasta con la que se consiguen recubrimientos muy finos, de poco peso (pueden llegarse a depositar únicamente de 7-8 g/m<sup>2</sup> hasta 80g/m<sup>2</sup>) y con capacidad impermeable. Es un sistema de aplicación adecuado para airbags, lonas, protección de tejidos, anoraks, etc...



*Ilustración 10. Esquema tecnología de aplicación a rasqueta al aire [9].*

La aplicación a rasqueta sobre cilindro es de las tres variantes de aplicación mediante rasqueta la más importante, la más utilizada por su simplicidad y alta precisión a la hora de depositar el recubrimiento. En este caso, una rasqueta de geometría especial se coloca en la parte superior de un cilindro de alta precisión. La viscosidad, porcentaje de sólidos, densidad del polímero de recubrimiento, la interacción entre polímero y substrato y sobre todo el espacio existente entre la punta de la rasqueta y la parte superior del substrato textil marca el espesor del recubrimiento aplicado. Los cilindros más habituales suelen estar recubrimientos de

goma o silicona, encontrándose también otros que están fabricados enteramente de acero cromado.

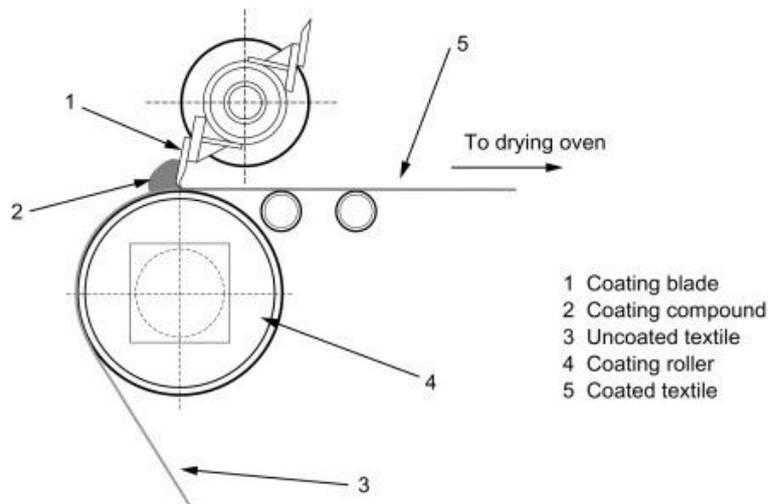


Ilustración 11. Esquema tecnología de aplicación a rasqueta sobre cilindro [9].

Al utilizar grandes cantidades de pasta de recubrimiento con excelente control del espesor pueden conseguirse gramajes muy amplios según la aplicación. Con este tipo se depositan desde 10 hasta 500 g/m<sup>2</sup>. Algunas aplicaciones posibles engloban productos como tapicerías, cintas transportadoras, alfombras, esterillas antideslizantes, piel sintética, etc...[15].

Las rasquetas pueden ser de diferentes materiales como de vidrio, hierro o latón, según estén en contacto con el tejido o con los cilindros de caucho del aparato correspondiente. Tienen diferentes perfiles, circular, angular y parabólico, según la misión a que destinen:

- Circular, de canto redondo, se emplea cuando interesa que sobre el tejido quede mucho apresto.
- De canto angular, se emplea cuando se prefiere que quede poco apresto.
- De canto parabólico, con la que se pueden obtener los dos resultados, según su posición respecto al tejido sea perpendicular o tangencial.

Las distancias y ángulo entre la rasqueta y el tejido puede regularse para aplicar la cantidad de apresto deseada [15].

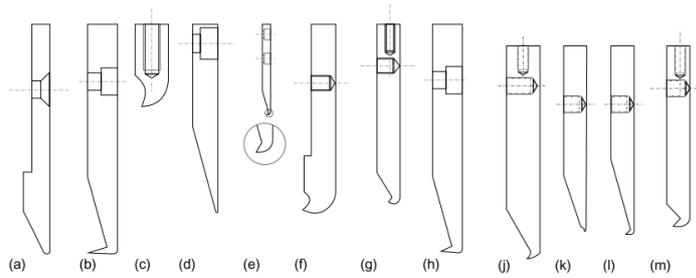


Ilustración 12. Diversos perfiles de rasqueta [9].

El perfil de rasqueta más habitual en la tecnología de aplicación por rasqueta al aire en el perfil tipo a) de la Ilustración 12 en cambio el perfil de rasqueta más habitual en la tecnología de aplicación sobre cilindro es el perfil tipo f). Siendo estas las más habituales, no hay reglas estrictas para el uso de un tipo de perfil u otro y puede usarse cualquiera de ellas [9].

### 1.5 ENVEJECIMIENTO ACELERADO.

En la actualidad, con el fin de garantizar la fiabilidad y funcionamiento óptimo de materiales a largo plazo es necesaria la realización de ensayos de envejecimiento, de forma natural en la intemperie, o artificial en el interior de laboratorios [22].

Por degradación de un material se entiende todo tipo de transformaciones que afectan a su composición original y repercuten en sus propiedades y prestaciones iniciales. En los polímeros estas transformaciones pueden ser de tipo físico como puede ser la pérdida de algún aditivo, como por ejemplo, plastificantes o bien de tipo químico. En este último caso, el polímero experimenta cambios en su composición química y estos, a su vez, provocan variaciones en sus propiedades físicas iniciales como el color, pérdida de resistencia, flexibilidad, solubilidad, pérdida de brillo, oxidación etc.). Además cualquiera de esos procesos puede ir acompañado de la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Las causas químicas responsables de estas transformaciones son, por una parte, la composición y estructura del polímero y, por otra, las condiciones ambientales en las que se encuentran [23].

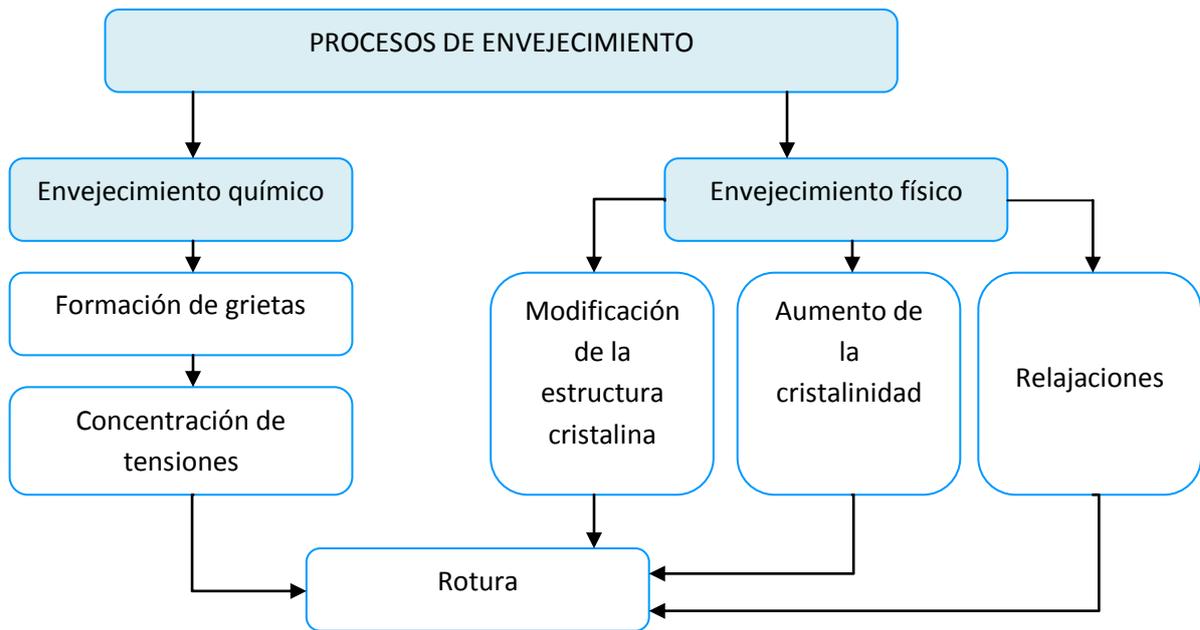


Ilustración 13. Esquema de procesos de envejecimiento [24]

Los ensayos de envejecimiento se realizan en cámaras de envejecimiento acelerado en los que nos ayudan a conocer el potencial de duración y el comportamiento de un material o producto acabado, cuando son sometidos a un ambiente o condición climática a través de un proceso de transformación química o física que degrada a los materiales sobre sus capas superficiales [22].

Existen cámaras de ensayos de envejecimiento acelerado que utilizan lámparas de radiación UV fluorescente o lámparas de arco de xenón para predecir cuál será el comportamiento de los materiales ensayados y su posible deterioro, según el entorno al que se le someta. La cámara QUV utiliza lámparas UV fluorescentes porque son más estables que cualquier otra y permiten obtener resultados reproducibles mejor en los ensayos. Las lámparas UV fluorescentes son la mejor manera de simular los efectos dañinos de la luz solar. La lámpara UVA-340, como puede observarse en la ilustración 14 es la mejor simulación de las ondas cortas de luz solar, siendo más agresiva para los materiales a ensayar. Es especialmente útil para comparar el comportamiento de diferentes tipos de polímeros y estabilizantes y es la mejor lámpara QUV disponible para la correlación de estudios. También simula efectos de lluvia y rocío gracias a una exposición a condensación de agua rigurosa y altamente realista. El choque térmico y la erosión se pueden simular añadiendo un pulverizador de agua. El efecto del rocío es

más dañino que la lluvia, debido a que perdura más en los materiales y permite una mayor absorción de la humedad. Los efectos destructivos de la luz y de la humedad se aceleran cuando la temperatura aumenta, por lo tanto, se acelera la degradación de los materiales [25].

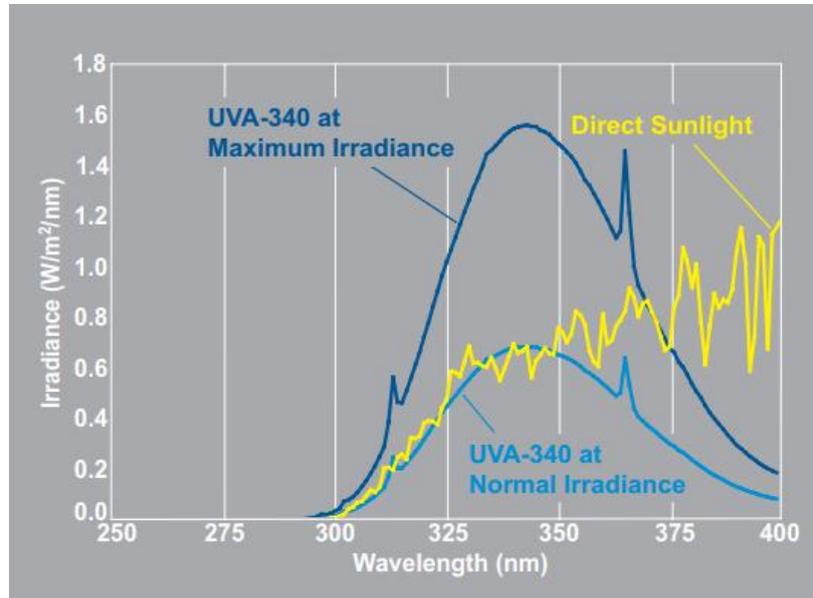


Ilustración 14. Gráfico de irradiancia emitida según el tipo de longitud de onda de la lámpara [26].

En tan solo unos pocos días o semanas la QUV puede reproducir el mismo efecto que la intemperie puede ocasionar en meses e incluso años, proporcionando información muy valiosa a los equipos de investigación, ingenieros de calidad y de producción, para localizar puntos débiles, estudiar nuevas formulaciones e incrementar la calidad de los productos, detectar fallos de fabricación, optimizar tolerancias de mecanización o ensamblaje, para mejorar los procesos de producción corregir defectos incipientes, estudiar el grado de deterioro en el tiempo... y sobre todo para garantizar las funciones esperadas [25].

## 1.6 LAIEX EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

Ofrece un amplio catálogo de emulsiones destinadas al sector textil para aportar a los tejidos y no tejidos las propiedades exigidas en cada aplicación y uso final

en sectores como automóvil, césped artificial, guatas, filtración, artículos de limpieza, insonorización, geotextiles, textil hogar y calzado.

Laiex ofrece una amplia gama de productos destinados al sector textil como ligantes de no tejido, aprestos, acabados, flockado, ligantes de estampación, reversos varios, estabilización de tejidos, pegado de textiles entre otros

Las emulsiones de polímeros acrílicos, acrílicos estirenados y vinílicos y látexes de estireno butadieno y compuestos, con una amplia gama de durezas, confieren a los tejidos y no tejidos aplicados, propiedades de dureza, resiliencia, resistencia a la abrasión, resistencia al envejecimiento, resistencia mecánica, suavidad, impermeabilidad, resistencia al desgarró, propiedades antideslizantes, resistencia al frote, lavabilidad y limpieza en seco.

## **2. OBJETO DEL TRABAJO.**

El presente trabajo final de máster tiene como objeto principal el estudio comparativo del comportamiento al envejecimiento acelerado en tejidos de algodón-poliéster tratados con resinas de diferente naturaleza.

Para ello se utilizarán tres resinas facilitadas por la empresa Laiex S.L:

- Resina A de naturaleza acrílica.
- Resina AE de naturaleza acrílica estirenada.
- Resina SBR de naturaleza estireno butadieno.

De cada resina se realizarán dos tipos de acabados, uno de menor gramaje, 30g/m<sup>2</sup> de resina aplicada y otro de mayor gramaje, 100g/m<sup>2</sup> de resina aplicada.

Los ensayos de envejecimiento acelerado mediante radiación UV se llevarán a cabo en un total de 45 días, realizando seguimientos a tiempos de 15, 30 y 45 días de exposición evaluando la resistencia a la rotura, la solidez al frote en húmedo, la resistencia al lavado y secado doméstico, la variación del color, el grado de blanco y el grado de amarilleamiento.

Finalmente se observará el estado del recubrimiento de las aplicaciones a través de microscopio óptico.

Otro de los objetivos es conocer de forma experimental el comportamiento de las resinas estudiadas posibilitando así otras aplicaciones más idóneas en productos finales de la industria textil, dependiendo del estado de degradación, así como ampliar conocimientos del comportamiento a largo plazo de las resinas.

### **3. EXPERIMENTAL.**

El presente estudio incluye la realización de una fase experimental de tejidos tratados llevados a cabo en los laboratorios de la industria química Laiex S.L, situada en el polígono Fuente del Jarro, Paterna. Los ensayos de los tejidos tratados se realizan tanto en los laboratorios de la industria química Laiex S.L como en los laboratorios de Química Textil e Instrumental del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, situado en el Campus de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia.

#### **3.1 MATERIAL EMPLEADO.**

##### **3.1.1 SUSTRATO TEXTIL.**

Para la realización del presente estudio se ha empleado como sustrato textil un tejido preparado y blanqueado, con un gramaje de  $115 \text{ g/m}^2$  cuya composición es de 85% algodón - 25% poliéster y un curso de ligamento tipo tafetán.

El tafetán es un ligamento neutro, el ligamento por excelencia, el más simple y usado en la industria textil por ser fuerte, resistente y muy estable dimensionalmente. Consta de dos hilos y dos pasadas entrelazadas entre sí.

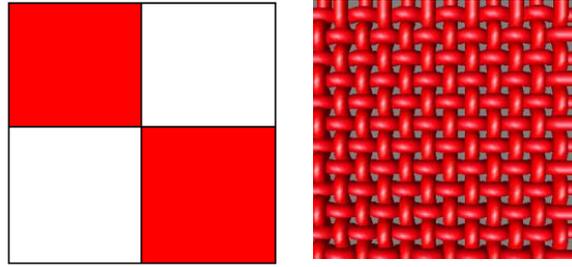


Ilustración 15. Curso del ligamento tafetán a la izquierda y estructura en 3D a la derecha [Elaboración propia].

### 3.1.2 POLÍMEROS DE RECUBRIMIENTO.

Como polímeros de recubrimiento para el tratamiento de los tejidos se ha utilizado una resina en base acrílica, nombrada como Resina A, una resina en base acrílica estirenada nombrada como Resina AE y una resina en base látex estireno butadieno nombrada Resina SBR. Todas ellas facilitadas por la empresa Laiex SL, Paterna. Las resinas han sido seleccionadas principalmente por similitud en su Tg.

Para la preparación de la pasta de recubrimiento se utiliza un espesante en base acrílico neutralizado con NaOH, nombrado como Espesante A.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 CROMATOGRAFÍA DE GASES.

Los análisis cromatográficos de los polímeros empleados se realizan con un cromatógrafo de gases. Se analizan las resinas poliméricas empleadas en el presente estudio.



*Ilustración 16. Cromatógrafo de gases [Elaboración propia].*

### Fundamento

En cromatografía de gases la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de un gas inerte, y a diferencia de la mayoría de los tipos de cromatografía, la fase móvil no interacciona con las moléculas del analito, su única función es la de transportar el analito a través de la columna.

Un cromatógrafo de gases consiste en varios módulos básicos ensamblados para proporcionar un flujo constante del gas transportador (fase móvil), permitir la introducción de vapores de la muestra en la corriente de gas que fluye, contener la longitud apropiada de fase estacionaria, mantener la columna a la temperatura apropiada (o la secuencia del programa de temperatura), detectar los componentes de la muestra conforme eluyen de la columna, y proveer una señal legible proporcional en magnitud a la cantidad de cada componente [27].

### 3.2.2 TEMPERATURA MÍNIMA DE FORMACIÓN DE FILM.

La temperatura mínima de formación de film de las tres resinas poliméricas empleadas en el presente estudio en el equipo MFFT Bar 90.

#### Fundamento

La temperatura mínima filmógena es la temperatura mínima a la cual el látex sintético o emulsiones se fusionan creando un delgado film. Cuando este proceso ocurre en ausencia de pigmentos u otros materiales opacos, se crea un film transparente. A menores temperaturas de la mínima se obtendrá una capa resquebrajada de polvo blanco.

La temperatura mínima filmógena está directamente relacionada con la temperatura de transición vítrea  $T_g$  [28].



*Ilustración 17. Equipo de medición de temperatura mínima de formación de film [28].*

### 3.2.3 DUREZA DEL POLÍMERO.

El equipo empleado para medir la dureza superficial de las tres resinas poliméricas empleadas se miden mediante el equipo de dureza Persoz.

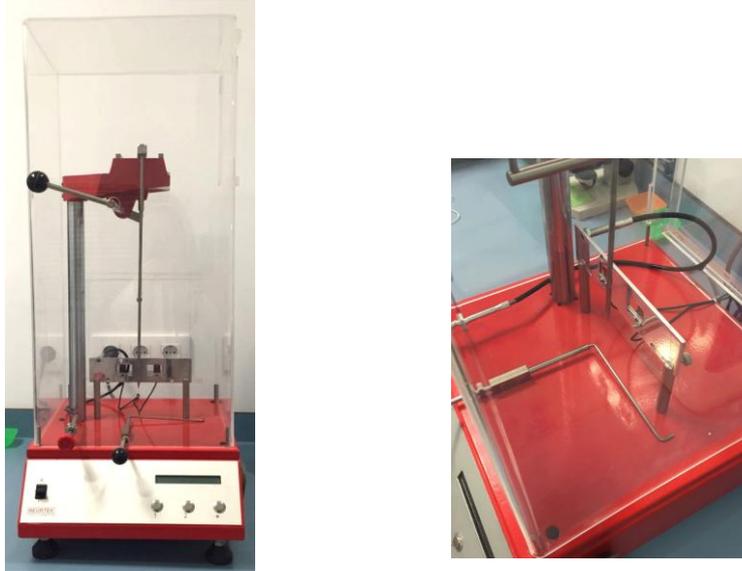


Ilustración 18. Equipo de medición de Dureza Persoz [Elaboración propia].

### Fundamento

Se entiende por dureza a la resistencia de un recubrimiento frente a una fuerza mecánica, por ejemplo la presión, el frote o el rayado.

Este método evalúa la dureza por medio del tiempo de amortiguación de un péndulo oscilante con un ángulo de  $12^{\circ}$ . El péndulo descansa por medio de dos bolas de acero inoxidable sobre la superficie. Existe una relación física entre el tiempo de la oscilación, la amplitud y dimensiones geométricas del péndulo. El comportamiento viscoelástico del recubrimiento, determina la dureza. Cuando el péndulo oscila, las bolas ruedan sobre la superficie y ejercen presión en el recubrimiento. Dependiendo de la elasticidad, la amortiguación será más fuerte o débil. La falta de fuerzas elásticas, causa una fuerte amortiguación del péndulo. La alta elasticidad causa una amortiguación menor [29].

### **3.2.4 VISCOSIDAD.**

La viscosidad de las resinas empleadas se mide mediante un viscosímetro Brookfield modelo RVT.



Ilustración 19. Viscosímetro Brookfield RVT [Elaboración propia].

### Fundamento

El viscosímetro Brookfield RVT es un instrumento de medición y control de viscosidad, diseñado para medir la viscosidad de fluidos, tanto Newtonianos como No-Newtonianos, en el intervalo de 4,000 a 8,000,000 Cp, el cual se rige por el principio de la viscosimetría rotacional, puesto que miden la viscosidad captando el par de torsión necesario para hacer girar a velocidad constante una aguja inmersa en el fluido de estudio. El par de torsión es proporcional a la resistencia viscosidad (Velocidad) sobre el numero de la aguja sumergida, en otras palabras, la viscosidad del fluido. Para un fluido con una viscosidad dada, la resistencia será mayor conforme el tamaño de la aguja y la velocidad de rotación se incrementen. El viscosímetro Modelo RVT viene equipado con siete agujas y puede desarrollar ocho velocidades de rotación. La lectura de par se traduce en viscosidad por medio de un factor de conversión empírico (denominado Factor Brookfield) [30]:

$$\text{Viscosidad (mPa}\cdot\text{s)} = \text{Lectura viscosímetro} \times \text{Factor}$$

### **3.2.5 APLICADOR AUTOMÁTICO POR RASQUETA.**

Las aplicaciones de las tres resinas poliméricas sobre el sustrato textil de algodón poliéster se realiza con un aplicador automático con varias opciones de aplicación de la resina, en este caso, se aplica mediante rasqueta.

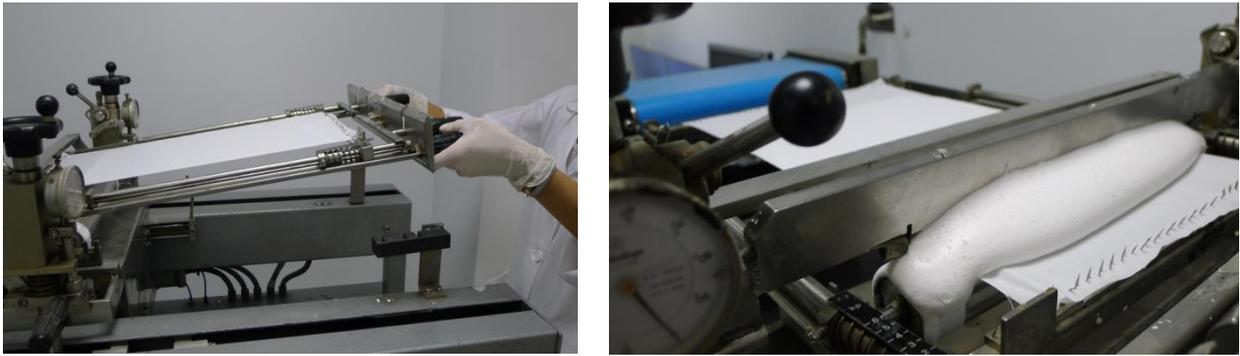


Ilustración 20. Aplicador automático [Elaboración propia].

### 3.2.6 RESISTENCIA AL FROTE EN HÚMEDO.

Los ensayos de resistencia al frote en húmedo en las probetas se realizan con un Crockmeter modelo CKA.

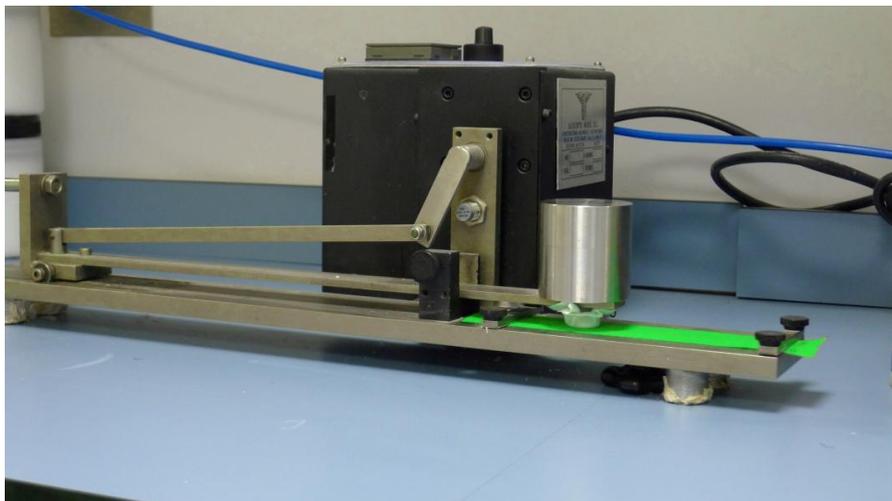


Ilustración 21. Equipo crockmeter [elaboración propia].

#### Fundamento

El equipo Crockmeter se basa en una simulación de la acción del roce generada por acciones humanas cotidianas. El equipo utiliza una fuerza y un movimiento de frote en vaivén que proporciona resultados rápidos y precisos. Es utilizado

principalmente para evaluar el desgaste y la cantidad de color transferido de los materiales textiles a otras superficies.

La clavija frotadora, en este caso comprende un cilindro de  $16\pm 0,1$  mm de diámetro, debe ejercer una fuerza de  $9\pm 0,2$  N en la muestra realizando un movimiento de vaivén en línea recta a lo largo de una longitud de carrera de  $104 \pm 3$  mm.

Para la mayoría de las aplicaciones textiles típicas, se utiliza un testigo de algodón estandarizado, el cual debe estar descolado, blanqueado, sin apresto, cortado en piezas cuadradas de  $50\text{mm} \pm 2$  mm de lado para evaluar la descarga del textil.

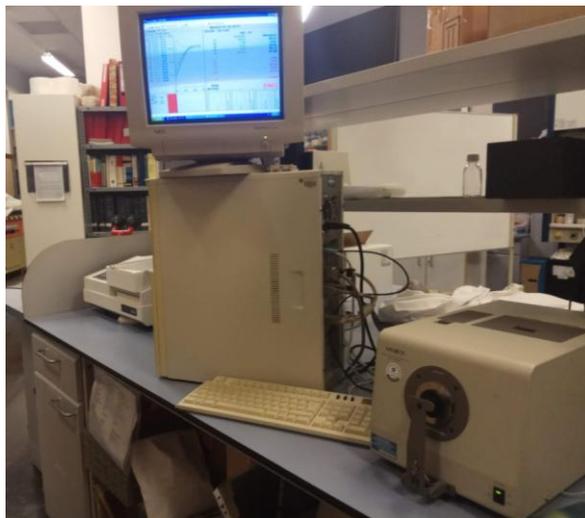
Finalizados los ciclos de frote, se evalúa tanto la cantidad de color transferida, descarga, al testigo de algodón, como el desgaste en la probeta ensayada, comparándose con la escala de grises o azules, asignando un resultado numérico de la escala.

El ensayo de resistencia al frote puede realizarse tanto en húmedo como en seco. El equipo Crockmeter proporciona dos condiciones de ensayo mediante dos tamaños de clavija frotadora, uno para tejidos de pelo y otro para el resto de tejidos [31].

El ensayo de resistencia al frote en húmedo se ha realizado según la norma UNE EN ISO 105-X12 Textiles. Ensayos de solidez al color. Solidez del color al frote.

### **3.2.7 COLORIMETRÍA.**

El color de las distintas probetas se evalúa con un espectrofotómetro tipo Minolta CM 3600d.



*Ilustración 22. Espectrofotómetro Minolta CM 3600d [elaboración propia].*

### Fundamento

Es un espectrofotómetro con multifunción de luz reflejada, iluminación difusa con ángulo de observación  $0^{\circ}$  y un receptor de doble red de fotodiodos de silicio de 40 elementos.

En el presente estudio las mediciones se realizan la componente especular está incluida y las medidas se realizaron con el observador patrón CIE-Lab  $10^{\circ}$  y el iluminante estándar D65.

Las probetas tanto iniciales como tras el proceso de degradación se mide directamente en coordenadas CIE  $L^* a^* b^*$ , basado según la norma UNE EN ISO 105 J01:2000 – Ensayos de solidez del color. Parte J01: Principios generales para la medición del color de superficies (ISO 105-J01:1997).

La degradación del color en las probetas se puede manifestar como una modificación de la intensidad del color, del matiz o de la pureza, o como una combinación de estos efectos. Las características de cambio de color la evaluación de la degradación se basa siempre en la diferencia  $\Delta E$  entre la probeta inicial y la probeta después de la degradación. Se dará como índice de solidez de la probeta examinada el valor de  $\Delta E$ .

El valor  $\Delta E$  describe la diferencia de color entre una muestra y una referencia, en un espacio de color más uniforme. Esto permite utilizar una tolerancia expresada como un solo número (``tolerancia de aceptabilidad`` o ``tolerancia pasa/falla``), para juzgar la aceptabilidad de una imitación de color, de tal modo que la tolerancia sea independiente del color de la referencia.

La diferencia de color de las muestras se obtiene de acuerdo a la norma UNE-EN-ISO 105-J03 a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

La coordenada  $L^*$  recibe el nombre de Claridad y puede tomar valores entre 0 y 100, para estímulos independientes toma siempre el valor 100 y no sirve para su especificación. Las coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$  forman un plano perpendicular a la Claridad. La coordenada  $a^*$  define la desviación del punto acromático correspondiente a la Claridad, hacia el rojo si  $a^* > 0$ , hacia el verde si  $a^* < 0$ . Análogamente la coordenada  $b^*$  define la desviación hacia el amarillo si  $b^* > 0$ , hacia el azul si  $b^* < 0$ .

En algún caso, además de la degradación pueden producirse cambios en el aspecto de la superficie de la probeta. En este caso se debe señalar que la valoración dada comprende, no solamente la degradación, sino también el cambio global del aspecto [32].

Además se ha medido el grado de blanco ISO según la norma UNE 40-399-88 y el grado de amarilleamiento según la norma ASTM E313.

### **3.2.8 ENVEJECIMIENTO ACELERADO.**

Los ensayos de envejecimiento artificial realizados a las probetas tratadas se realizan en un equipo QUVmeter Accelerated Weathering Tester con una lámpara UVA-340.



*Ilustración 23. Equipo envejecimiento artificial acelerado QUVmeter [elaboración propia].*

### Fundamento

El QUV es un simulador de laboratorio de la acción del paso del tiempo con el objetivo de predecir relativamente la durabilidad de los materiales frente a la exposición del ambiente (radiación UV fluorescente, calor y agua).

Mediante un sistema de condensación se simula la lluvia y el rocío. La acción de los efectos de la luz del sol se simula mediante lámparas UV fluorescentes. En unos días o semanas, el QUV puede simular daños que ocurrirían en meses o años de exposición al ambiente. Se pueden observar diversos deterioramientos como degradación de color, agrietamiento, abrasión, pérdida de brillo y/o fuerza y fragilidad.

Las lámparas UV fluorescentes utilizadas en este equipo son lámparas en las que la emisión radiante en la región del ultravioleta del espectro, es decir, por debajo de 400 nm, supone al menos un 80% de la luz total emitida. Las lámparas UV fluorescentes, cuando se siguen las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento de y/o la rotación de la lámpara, se pueden utilizar para simular la irradiancia espectral de la radiación solar total en la región del ultravioleta (UV) de longitud de onda corta del espectro.

Las probetas se exponen a diferentes niveles de radiación UV, calor y humedad en condiciones ambientales controladas. Estas condiciones se pueden variar mediante la elección del tipo de lámpara UV fluorescente, del nivel de irradiancia, de la

temperatura durante la exposición al UV, del tipo de proceso de mojado, de la temperatura y ciclo de rocío y de la duración del ciclo UV/oscuridad.

El proceso de simulación de rocío se produce normalmente por condensación de vapor de agua sobre la superficie expuesta de la probeta o por pulverización de las probetas con agua desmineralizada/desionizada.

Este equipo utiliza una lámpara UV-A-340 nm (tipo 1A). Estas lámparas tienen una emisión radiante, por debajo de 300 nm, inferior al 1% de la luz total emitida, tienen un pico de emisión a 343 nm, y se denominan comúnmente UVA-340 para simulación de la radiación solar total de 300 nm a 340 nm.

El ciclo de exposición diario empleado para el test de envejecimiento de las probetas en el presente estudio es el siguiente:

*Tabla 7. Ciclo de exposición equipo envejecimiento acelerado QUV.*

Nº Ciclo	Periodo de Exposición	Tipo de Exposición	Tipo Lámpara	Temperatura de la Placa Negra
1	8 horas	Seco	UVA 340	60°C (+/- 3°C)
2	4 horas	Condensación	-	50°C (+/- 3°C)
3	8 horas	Seco	UVA 340	60°C (+/- 3°C)
4	4 horas	Condensación	-	50°C (+/- 3°C)

El ensayo de envejecimiento artificial acelerado se ha realizado según la norma UNE EN ISO 16474-3 Método B [33].

### **3.2.9 RESISTENCIA AL LAVADO Y SECADO DOMÉSTICO.**

Con el objeto de estudiar la pérdida de recubrimiento de los diferentes acabados realizados se llevan a cabo ensayos de lavado y secado doméstico en una lavadora modelo Candy.



*Ilustración 24. Lavadora Candy [elaboración propia].*

### Fundamento

Detergente utilizado, detergente en polvo sin fosfatos y sin enzimas facilitado por el departamento de ingeniería textil y papelera de la Universidad Politécnica de Valencia.

Para evaluar la calidad y comportamiento de los productos textiles, incluyendo aspectos de suavidad, cambio dimensional, eliminación de arrugas, resistencia y repelencia al agua, solidez de color al lavado doméstico.

En el proceso de lavado y secado simula los procesos de lavado doméstico de los tejidos acabados objeto de estudio. El lavado se realiza a una temperatura de 40°C y el secado posterior a temperatura ambiente. Tras secado de tejido se procede a evaluar el posible desgaste del tejido.

El ciclo de limpieza consiste en un lavado y centrifugado con 25 ml de detergente y un posterior secado a 23°C con el programa de lavado:

Tabla 8. Programa de lavado para ensayo.

Tipo de tejido		Puntero del mando selector de programa sobre	Carga max kg	Temperatura (°C)	Tiempo (h)
----------------	--	---	-----------------	---------------------	------------

Sintético	Colores delicados	40º	2	40	2
-----------	----------------------	-----	---	----	---

Tras los ensayos de lavado y secado doméstico se evalúa el estado de recubrimiento mediante un microscopio óptico.

El ensayo de resistencia al lavado y secado doméstico realizado está basado en una instrucción interna.

### 3.2.10 DUREZA SHORE A.

Los ensayos de dureza shore sobre tejido realizados a las probetas tratadas se realizan mediante un durómetro Shore Baxlo A para elástómeros en un rango de dureza media.

La dureza shore se basa en el retroceso elástico de todo aquello que es tangible cuando choca con un material más duro. Siguiendo las reglas DIN 53505, este instrumento permite verificar la dureza shore de materiales caracterizados por una dureza baja. Su graduación es de 1 shore.

Para determinar la dureza Shore, escala A de probetas y artículos de goma blanda, según las normas DIN 53.505, UNE-EN ISO 868 y ASTM D-2240. Se usa en los siguientes tipos de materiales: Goma vulcanizada blanda y cualquier material elastomérico, goma natural, neopreno, PVC blando, resina, cera, fieltro, cuero, otros [34].



*Ilustración 25. Durómetro de medición de Dureza shore A [elaboración propia].*

### Fundamento

Se aplica un penetrador específico al material de ensayo bajo condiciones especificadas y se mide la profundidad de penetración.

La dureza de penetración es inversamente proporcional a la penetración y depende del módulo de elasticidad y de las propiedades viscolásticas del material. La forma del penetrador, la fuerza aplicada sobre él y la duración de su aplicación influyen sobre los resultados obtenidos, de tal manera que no pueda haber una relación simple entre los resultados obtenidos con un tipo de durómetro y los obtenidos con otro tipo de durómetro o con otro instrumento para medir la dureza.

Durómetro shore permite leer directamente en términos de unidades que van desde 0 hasta 100.

Las probetas deben tener al menos 4 mm de espesor. Una probeta puede estar compuesta de capas más finas a fin de obtener el espesor necesario.

Las dimensiones de la probeta deben ser suficientes para permitir realizar mediciones de, al menos, 9 mm de distancia de cada borde. La superficie de la probeta debe ser plana.

En este caso concreto se coloca sobre la base una toalla de rizo para poder realizar las medidas de forma satisfactoria. Se coloca la probeta centrada, como

mínimo a 9mm de cualquiera de los bordes de la probeta y se aplica una presión suficiente, en este caso 1 kg de fuerza, para obtener un contacto firme entre el pie de apoyo y la probeta.

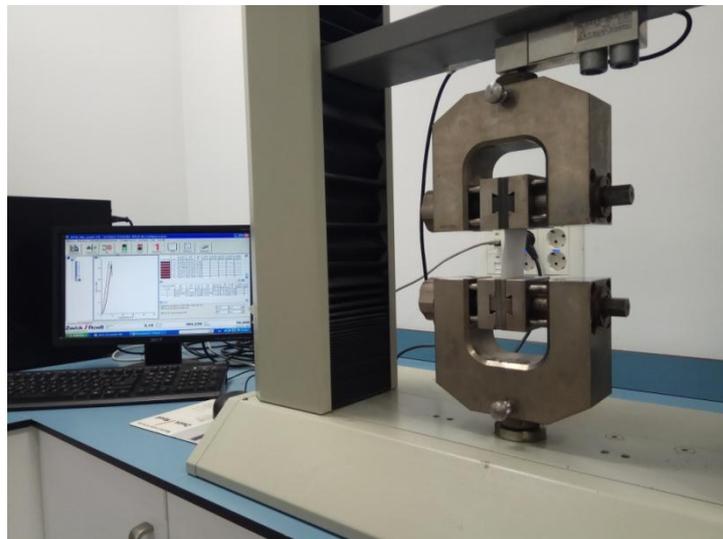
Se realiza una lectura instantánea de la probeta, leyendo el valor en la escala del dispositivo indicador dentro de 1 s después del contacto firme del pie de apoyo con la probeta.

Se realizan 3 mediciones de dureza a diferentes posiciones de la probeta como mínimo a 6 mm y se determina el valor medio.

El ensayo se ha realizado según la norma UNE EN ISO 868:2003. Plásticos y ebonita. Determinación de la dureza de indentación por medio de un durómetro (dureza shore) [35].

### **3.2.11 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.**

Los ensayos de resistencia a la tracción de las muestras se llevó a cabo utilizando una máquina de prueba de tracción de vanguardia del tipo Zwick / Roell Z005 con una capacidad de 5 kN y empuñaduras neumáticas planas. Se medirá la fuerza máxima, la fuerza máxima de rotura y la elongación hasta la rotura.

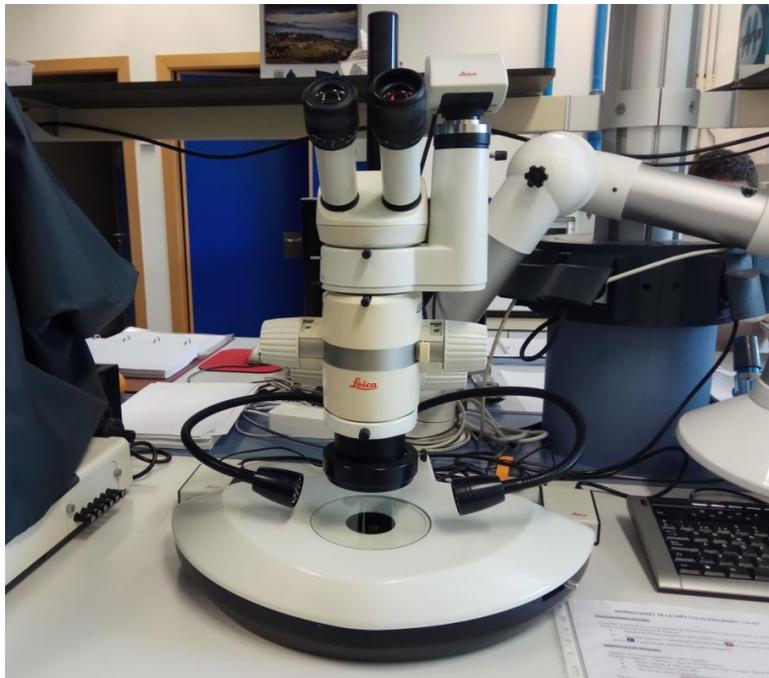


*Ilustración 26. Equipo universal de tracción Zwick Roell Z005 [elaboración propia].*

El ensayo se realiza según la norma UNE EN ISO 1421:2016. Tejidos recubiertos de plástico o caucho. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento a la rotura [36].

### **3.2.12 MICROSCOPIO ÓPTICO.**

Los tratamientos y los ensayos realizados en el presente estudio se analizan al microscopio óptico Leica MZAP0 con cámara de red integrada para un fácil intercambio de imágenes y una capacidad de hasta 80 aumentos.



*Ilustración 27. Microscopio óptico Leica MZAP0 [elaboración propia].*

### **3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POLÍMEROS EMPLEADOS.**

Las características técnicas de los materiales empleados están medidas a partir de métodos internos de laboratorio de Laiex.

Las resinas empleadas en el estudio son termoreticulables, por lo que es necesario un proceso posterior de secado.

En la siguiente tabla se recogen las características técnicas de los materiales empleados:

Tabla 9. Características técnicas de los materiales empleados

Aspecto	Método	Resina SBR	Resina AE	Resina A	Espesante A
	Visual	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Pasta viscosa beige
Sólidos totales a 150°C (%)	I-10-31	52,5 ± 1,0	50 ± 1	50 ± 1	11 ± 1
Viscosidad Brookfield RVT a 23°C, (mPa·s)	I-10-32	100 - 800	1.500-6.000	50 - 300	17.000 – 35.000
pH	I-10-33	8 ± 1	8,5 ± 0,5	5 ± 1	8 ± 1
Dureza Persoz (s)	I-10-54	17	14	13	-
Temperatura mínima de formación de film (TMFF) (°C):	I-10-43	4 ± 2	0	0	-
Peso específico a 20°C (g/cm³):	I-10-52	0,98 – 1,04	0,98 – 1,04	1,05 – 1,10	0,97 – 1,03
Sistema emulsionante	-	Aniónico-no iónico	Aniónico - No iónica	Aniónico - no iónica	Aniónico

Los equipos empleados para determinar las características técnicas de las resinas y el espesante utilizados se han descrito anteriormente en el apartado de Equipos empleados.

## 4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 4.1 FORMULACIÓN DE LA PASTA.

Las resinas empleadas tienen una viscosidad muy baja, para aplicar sobre el sustrato textil debe aplicarse en forma de pasta viscosa para obtener una buena aplicación, evitando la absorción y empape total del sustrato. Por ello se espesan las resinas utilizando el Espesante A hasta una viscosidad de 25.000 mPa·s

aproximadamente. La cantidad de espesante utilizada en cada pasta de formulación se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 10. Formulaciones de las pastas de recubrimiento.

	Lote	% Espesante A	Viscosidad (mPa·s)
Resina A	261	8,31	25.500
Resina AE	174	2,02	25.500
Resina SBR	NL04HAT008	2,83	25.000

Los espesamientos se llevan a cabo en un agitador mecánico utilizando una varilla agitadora de 4 hélices, aumentando la velocidad de agitación conforme va espesando la pasta y asegurando la total incorporación del espesante y la homogeneización de la pasta. En todas las aplicaciones realizadas se ha utilizado el mismo lote de resina y de Espesante A para evitar posibles diferencias entre fabricaciones de resinas y espesante.

No se adiciona ningún otro aditivo a la pasta viscosa por no ser de interés en este estudio aportar ninguna propiedad extra al acabado textil. Únicamente se quiere evaluar las diferencias entre las resinas.

#### **4.2 PREPARACIÓN DEL TEJIDO.**

Se corta el tejido en sentido urdimbre con dimensiones 50 cm de alto por 25 cm de ancho. El tejido debe estar totalmente liso, sin presencia de arrugas para evitar el recubrimiento no uniforme.

Se realiza un planchado previo a baja temperatura para eliminar todas las arrugas del tejido.

#### **4.3 RECUBRIMIENTO POR RASQUETA.**

Los tejidos cortados y preparados se colocan en el soporte bandeja dejando el tejido con cierta tensión. Se lleva a cabo en un equipo de aplicación automática

presente en los laboratorios de Laiex S.L por los sistemas de impregnación rasqueta al aire y rasqueta sobre cilindro.

#### RASQUETA AL AIRE.

Las aplicaciones con un apresto más ligero, con gramaje de  $30\text{g/m}^2$  se aplican por la técnica de rasqueta al aire. El sustrato textil apoya sobre dos cilindros de apoyo y la rasqueta utilizada es de tipo cuña. Se ajusta la posición y presión de la rasqueta para depositar el gramaje deseado.

Una vez realizado el recubrimiento se secan en el horno a  $150^{\circ}\text{C}$  durante 3 min.

#### RASQUETA SOBRE CILINDRO.

Las aplicaciones con un apresto de mayor cuerpo, con un gramaje mayor,  $100\text{g/m}^2$  se aplican por la técnica de rasqueta sobre cilindro. El sustrato textil apoya sobre un cilindro de apoyo y la rasqueta utilizada es de tipo cuña. La rasqueta se ajusta a una galga de 3 mm dejando un espacio entre el sustrato textil apoyado sobre el cilindro y la rasqueta.

Una vez realizado el recubrimiento se secan en el horno a  $150^{\circ}\text{C}$  durante 5 min.

Se descartan aquellas aplicaciones con recubrimientos no homogéneos, con presencia de imperfecciones y los que no se ajustan a los gramajes seleccionados.

Realizados todos los recubrimientos se procede a cortar probetas de dimensiones  $7,5 \times 14,5$  cm. Del total de las probetas se calcula el gramaje para asegurarse la correcta comparativa de resultados. Las probetas aceptadas, tomadas como buenas, son aquellas cuyo recubrimiento es uniforme, no presenta imperfecciones y comprenden los gramajes:

- Tratamiento con bajo gramaje,  $30 \pm 5\text{g/m}^2$ , nombrado en el presente estudio como 30.
- Tratamiento con alto gramaje,  $100 \pm 10\text{g/m}^2$ , nombrado en el presente estudio como 100.

Se preparan un total 12 probetas de cada resina empleada y gramaje seleccionado para realizar todos los ensayos necesarios para llevar a cabo el estudio.

Se numeran y etiquetan el total de las probetas, especificando tipo de polímero en el apresto, gramaje y tiempo de envejecimiento y se introducen en la cámara de envejecimiento artificial QUV.

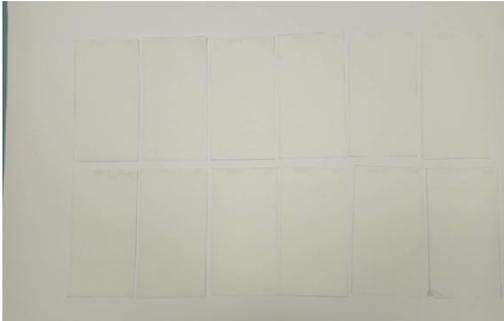
En el Anexo 1 se recoge el diagrama 7 de ensayos realizados en el presente estudio.

## **5. RESULTADOS.**

Transcurridos los tiempos de exposición establecidos se procede a evaluar y a ensayar el total de las probetas tratadas con las tres resinas elegidas y a dos gramajes seleccionados.

RESINA SBR 30

Inicial



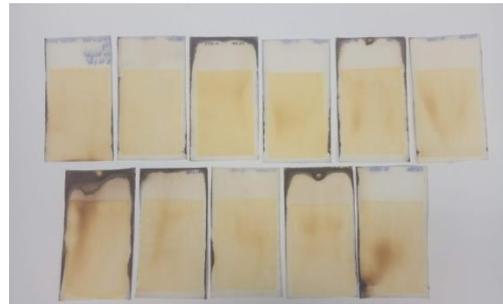
15 días de envejecimiento



30 días de envejecimiento

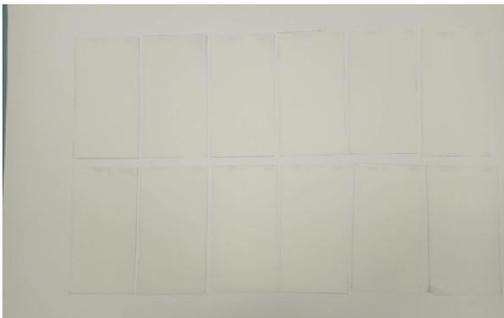


45 días de envejecimiento



RESINA SBR 100

Inicial



15 días de envejecimiento



30 días de envejecimiento



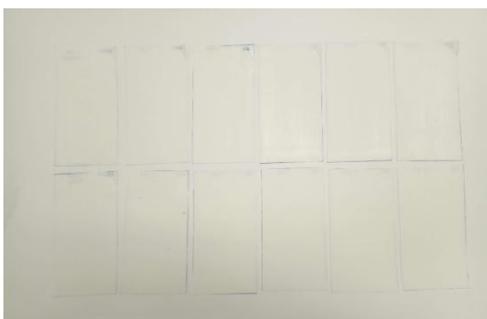
45 días de envejecimiento



Ilustración 28. Probetas tratadas con Resina SBR.

RESINA A 30

Inicial



15 días de envejecimiento



30 días de envejecimiento

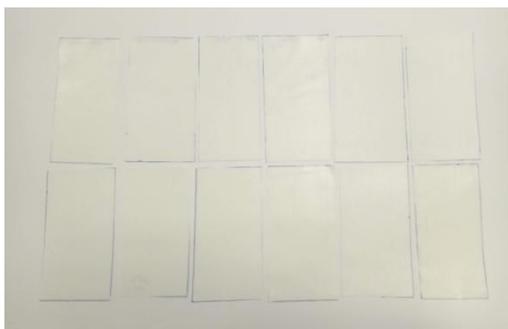


45 días de envejecimiento



RESINA A 100

Inicial



15 días de envejecimiento



30 días de envejecimiento



45 días de envejecimiento



Ilustración 29. Probetas tratadas con Resina A.

RESINA AE 30

Inicial



15 días de envejecimiento



30 días de envejecimiento



45 días de envejecimiento



RESINA AE 100

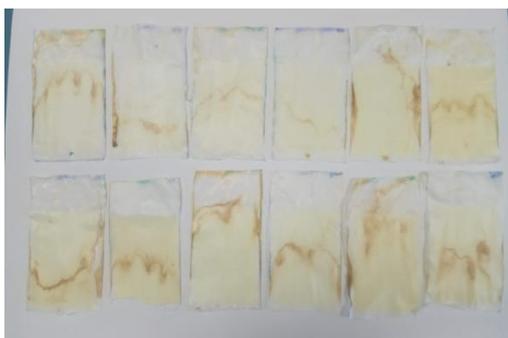
Inicial



15 días de envejecimiento



30 días de envejecimiento



45 días de envejecimiento



Ilustración 30. Probetas tratadas con Resina A.

## 5.1 EVALUACIÓN VISUAL DE LOS RECUBRIMIENTOS.

En el conjunto de probetas se detectan una serie de alteraciones. Se evalúa el cambio de cromaticidad perceptible al ojo humano, el agrietamiento, pérdida de brillo o de recubrimiento. El criterio adoptado para la designación de la cantidad, tamaño de los defectos e intensidad de los cambios ha sido una escala numérica de 0 a 5, siendo 0 cuando no se percibe ningún cambio apreciable y 5 cuando se obtienen cambios muy apreciables.

Tabla 11. Evaluación visual del total de probetas envejecidas.

Tratamiento	Gramaje aplicado (g/m <sup>2</sup> )	Tiempo de exposición (días)	Cambio cromaticidad	Agrietamiento	Pérdida de recubrimiento	Pérdida de brillo
Resina A	30	15	1	0	0	4
		30	1	0	0	4
		45	1	0	0	4
	100	15	1	0	1	4
		30	1	0	2	4
		45	1	0	2	4
Resina AE	30	15	3	0	0	1
		30	3	0	0	1
		45	3	0	0	1
	100	15	4	0	0	0
		30	4	0	0	0
		45	5	2	0	0
Resina SBR	30	15	5	0	0	0
		30	5	0	2	0
		45	5	0	2	0
	100	15	5	5	0	0
		30	5	5	0	0
		45	5	5	0	0

## **5.2 EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS CROMÁTICOS EN LOS RECUBRIMIENTOS MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRÍA.**

Del total de las probetas ensayadas se han obtenido, por una parte el índice de amarilleamiento Am D1925 y el índice de blanco BI E313-73 y por otra parte las coordenadas y diferencias de color CIELAB producidas en los diferentes tratamientos con las tres resinas empleadas.

### **5.2.1 COORDENADAS CIELAB L\* a\* b\*.**

El objetivo de cuantificar los cambios de color producidos en la superficie del sustrato textil es controlar las variaciones que sufren durante el envejecimiento, debido a que con el tiempo, se puede observar como muchas resinas poliméricas utilizadas para aprestos en textiles han virado de color.

El estudio de color de las probetas se realiza antes y después del envejecimiento acelerado con radiación UV. Los resultados obtenidos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 12. Resultados colorimétricos del total de los tratamientos realizados.

Producto	Gramaje	Tiempo exposición (días)	L*	a*	b*	C*	h*	DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	DE*ab	BI E313-73	Am D1925
Resina A	30	0	93,5776	2,0303	-7,5605	7,8284	285,0314							126,9500	-14,1100
		15	88,7313	-0,5221	7,7921	7,8096	93,8310	-4,8463	-2,5524	15,3526	-0,0188	15,5605	16,3009	37,4800	14,9833
		30	91,8688	-0,5808	4,0174	4,0592	98,2308	-1,7088	-2,6111	11,5779	-3,7692	11,2509	11,9960	60,4533	7,3700
		45	89,8215	-0,5679	4,3952	4,4318	97,3636	-3,7561	-2,5982	11,9557	-3,3966	11,7511	12,8002	54,8967	8,2667
	100	0	93,7491	1,3318	-4,5069	4,6995	286,4632							109,9900	-8,1900
		15	86,4586	-1,4291	9,8586	9,9625	98,3230	-7,2904	-2,7609	14,3654	5,2630	13,6276	16,3683	25,7767	18,5067
		30	85,4705	-0,3324	1,4795	1,5165	102,7346	-8,2786	-1,6642	5,9864	-3,1830	5,3189	10,3544	60,5700	2,7700
		45	83,9621	-0,6183	2,4280	2,5055	104,2879	-9,7870	-1,9501	6,9349	-2,1941	6,8608	12,1549	53,6833	4,5800
Resina AE	30	0	93,9167	1,7177	-6,5921	6,8122	284,6048							122,3800	-12,2500
		15	86,6882	-0,5830	18,9296	18,9447	91,8295	-7,2285	-2,3008	25,5217	12,1325	22,5601	26,6506	-9,9933	35,4167
		30	90,8642	-2,0747	18,3693	18,4863	96,4521	-3,0526	-3,7924	24,9614	11,6741	22,3830	25,4320	-5,9933	32,0400
		45	90,8161	-1,7513	16,9214	17,0128	95,9742	-3,1007	-3,4690	23,5135	10,2006	21,3239	23,9718	0,6133	29,7700
	100	0	93,4521	1,3556	-4,8550	5,0407	285,6007							111,1300	-8,9200
		15	89,5899	-1,1296	15,9345	15,9745	94,0547	-3,8622	-2,4852	20,7895	10,9338	17,8199	21,2914	3,4600	29,0133
		30	90,7640	-1,1781	21,0879	21,1232	93,1211	-2,6880	-2,5337	25,9429	16,0826	20,4704	26,2063	-16,8433	37,1500
		45	89,4519	-0,1802	24,6549	24,6601	90,2692	-4,0002	-1,5358	29,5099	19,6194	22,0394	29,8238	-30,6733	43,9467
Resina SBR	30	0	90,5873	1,4664	-6,0411	6,2165	283,6440							109,6900	-11,6400
		15	77,2792	8,2678	41,3133	42,1424	78,7083	-13,3080	6,8014	47,3543	35,9259	31,6036	49,6875	-70,4433	81,6033
		30	80,2608	7,6283	39,2426	39,9777	78,9945	-10,3265	6,1619	45,2837	33,7612	30,7977	46,8535	-69,4733	76,3433
		45	81,9925	6,4897	31,0212	31,6932	78,2164	-8,5947	5,0234	37,0623	25,4767	27,3306	38,3791	-48,8233	62,6967
	100	0	94,1086	0,7835	-0,8079	1,1255	314,1200							90,4000	-1,0800
		15	74,6061	7,1248	42,3265	42,9241	80,4609	-19,5026	6,3413	43,1345	41,7986	12,4025	47,7796	-69,0000	83,5067
		30	77,4784	9,4763	47,4693	48,4071	78,7120	-16,6303	8,6928	48,2773	47,2817	13,0682	51,7992	-83,3433	90,1200
		45	76,0662	10,6792	48,9135	50,0759	77,7268	-18,0424	9,8957	49,7214	48,9504	13,2284	53,8245	-83,5133	93,9767

En el total de los acabados realizados tras los ensayos de envejecimiento acelerado los valores de luminosidad  $\Delta L^*$  disminuyen oscureciéndose los recubrimientos.

En el recubrimiento con la Resina SBR el oscurecimiento es más notable acentuándose el oscurecimiento con un tratamiento de mayor gramaje obteniendo un  $\Delta L^*$  tras 45 días de envejecimiento de -18,0424 unidades. En el recubrimiento con la Resina A se observa un ligero oscurecimiento haciéndose más notable al aumentar el gramaje del acabado obteniendo un  $\Delta L^*$  tras 45 días de envejecimiento de -9,7869 unidades. En el recubrimiento con Resina AE se registra un oscurecimiento tras 15 días de envejecimiento que prácticamente se mantiene transcurridos los 45 días siendo  $\Delta L^*$  en el recubrimiento de menor gramaje -3,1007 y en el de mayor gramaje -4,0002 unidades.

Respecto a los valores registrados en la coordenada CIELAB  $a^*$ , en las tres resinas empleadas los recubrimientos inicialmente poseen una ligera tonalidad rojiza, su coordenada  $a^*$  es positiva.

Los tratamientos realizados con Resina A tras el ensayo de envejecimiento tienden ligeramente a variar a una tonalidad verdosa. No se observa diferencias en coordenadas  $a^*$  al aumentar el gramaje del acabado. En la resina AE tras el ensayo de envejecimiento los recubrimientos tienden ligeramente a variar a una tonalidad verdosa. No se observan diferencias notables en recubrimientos de mayor gramaje. En los tratamientos con Resina SBR tras el ensayo de envejecimiento, los recubrimientos tienden a variar a una tonalidad más rojiza. En acabados con gramajes mayores el cambio a una tonalidad más rojiza es más notable.

En cuanto a los valores registrados en la coordenada CIELAB  $b^*$  se obtienen cambios cromáticos notables, perceptibles al ojo humano.

Los tratamientos con Resina A, tras envejecimiento cambia a una tonalidad más amarilla obteniendo un  $\Delta b^*$  de 11,9557 unidades en recubrimientos de 30g/m<sup>2</sup>, reduciéndose este cambio en acabados con mayor gramaje obteniendo un  $\Delta b^*$  de 6,9349 unidades. Se observa que tras 15 días de exposición se obtiene un cambio de tonalidad amarillenta mayor, reduciéndose tras 30 y 45 días de exposición. Esto ocurre en los recubrimientos de mayor y menor gramaje de Resina A ocasionado por una pérdida de recubrimiento polimérico, aspecto que se observa más adelante en las

imágenes de los tratamientos a microscopio óptico. En el tratamiento realizado con la Resina AE se obtienen cambios de cromaticidad a un color amarillento notable y perceptible al ojo humano. En tratamientos con menor gramaje, tras 45 días de exposición se registra un  $\Delta b^*$  de 23,5135 unidades, aumentando el cambio de color amarillo en tratamientos con mayor gramaje obteniendo  $\Delta b^*$  de 29,5099. En el tratamiento del tejido con Resina SBR se registra el mayor cambio de color del recubrimiento a una tonalidad amarilla siendo tras 45 días de envejecimiento  $\Delta b^*$  de 37,0623 unidades en el recubrimiento de menor gramaje y siendo el cambio de color a amarillo mayor en el recubrimiento de mayor gramaje obteniendo un  $\Delta b^*$  49,7214.

En cuanto a la variación del croma  $\Delta C^*$ , tras la exposición durante 45 días tanto en el tratamiento con Resina AE y SBR se registran un aumento de este, siendo mayor  $\Delta C^*$  en los tratamientos de mayor gramaje. En los tratamientos con menor gramaje se obtiene un  $\Delta C^*$  máximo a los 15 días de exposición, disminuyendo esta diferencia a mayor tiempo de exposición. En el tratamiento con Resina A se observa una disminución del croma independientemente del gramaje aplicado.

Respecto a la diferencia de matiz  $\Delta h^*$  se produce un incremento de matiz en el total de los tratamientos siendo mayor el incremento en los tratamientos de Resina AE y Resina SBR.

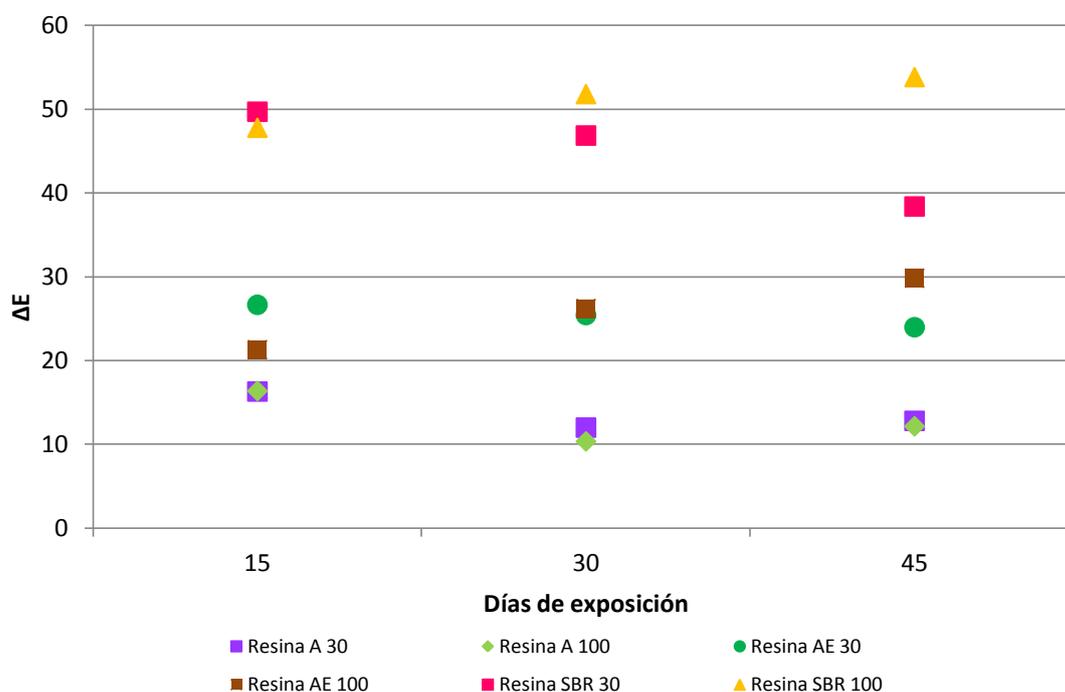


Gráfico 4. Comparativa de diferencias colorimétricas en los tratamientos realizados.

Atendiendo a las diferencias de color  $\Delta E$ , en las tres resinas que inicialmente poseen un recubrimiento cuyo aspecto al ojo humano es transparente se producen cambios notables superando en todos los tratamientos diferencias de más de 10 unidades en  $\Delta E$  de escala CIELAB. El mayor cambio se produce en los tratamientos con Resina SBR, seguido del tratamiento con la Resina AE, siendo el que menor diferencia de color registra el tratamiento con Resina A.

En los tratamientos con Resina AE y Resina SBR el cambio de color es más perceptible en los tratamientos con un gramaje superior, siendo tras 45 días de exposición  $\Delta E$  de 53,8245 para la Resina SBE y  $\Delta E$  de 29,82383 unidades en la Resina AE. Estos recubrimientos tienen a amarillear y a oscurecer notablemente desde los 15 días de exposición. En tratamientos realizados con Resina A, la diferencia de color del recubrimiento es independiente del gramaje aplicado, tiende a oscurecer tras los 15 días de exposición sin observar cambios apreciables en la cromaticidad del recubrimiento.

### **5.2.2 ÍNDICE DE BLANCURA E ÍNDICE DE AMARILLEAMIENTO.**

Al ser el tejido empleado blanco, y el recubrimiento polimérico transparente se ha valorado también el índice de blanco Berger y el índice de amarilleamiento. Observando las gráficas, pueden diferenciarse claramente dos fases. Una primera fase que abarca los primeros 15 días de envejecimiento, en el que los tratamientos se observa una mayor velocidad de degradación y una segunda fase en la que la velocidad de degradación es menor, siendo en algunos casos prácticamente constante.

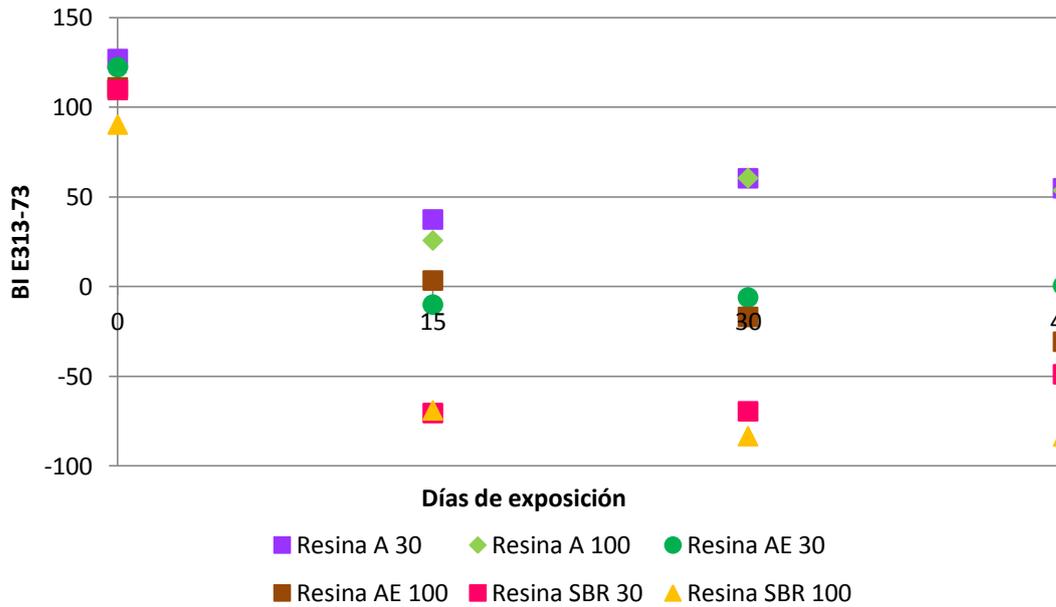


Gráfico 5. Comparativa del índice de blanco del total de los tratamientos realizados.

Respecto al grado de blanco, inicialmente se observa que los tratamientos alcanzan valores de grado de blanco elevados. Tras 15 días de exposición, todos los recubrimientos tienen una tendencia negativa, disminuyendo el índice de blancura BI E313-73 notablemente, variando más suavemente hasta los 45 días de exposición. La Resina SBR tras exposición UV registra un menor índice de blancura, siendo menor el índice de blancura en el tratamiento de mayor gramaje siendo -83,5133 unidades tras 45 días. La Resina AE tiene un grado de blancura superior a la Resina SBR, siendo menos blanco el tratamiento con Resina AE de mayor gramaje con un índice de blanco de -30,6733 unidades. El recubrimiento que tras 45 días de exposición obtiene un recubrimiento con un índice de blancura superior es el correspondiente a la Resina A, siendo independiente el gramaje del tratamiento alcanzado valores de índices de blanco de 54,8967 unidades en recubrimiento de 30g/m<sup>2</sup> y 53,6833 unidades en el recubrimiento de 100g/m<sup>2</sup>.

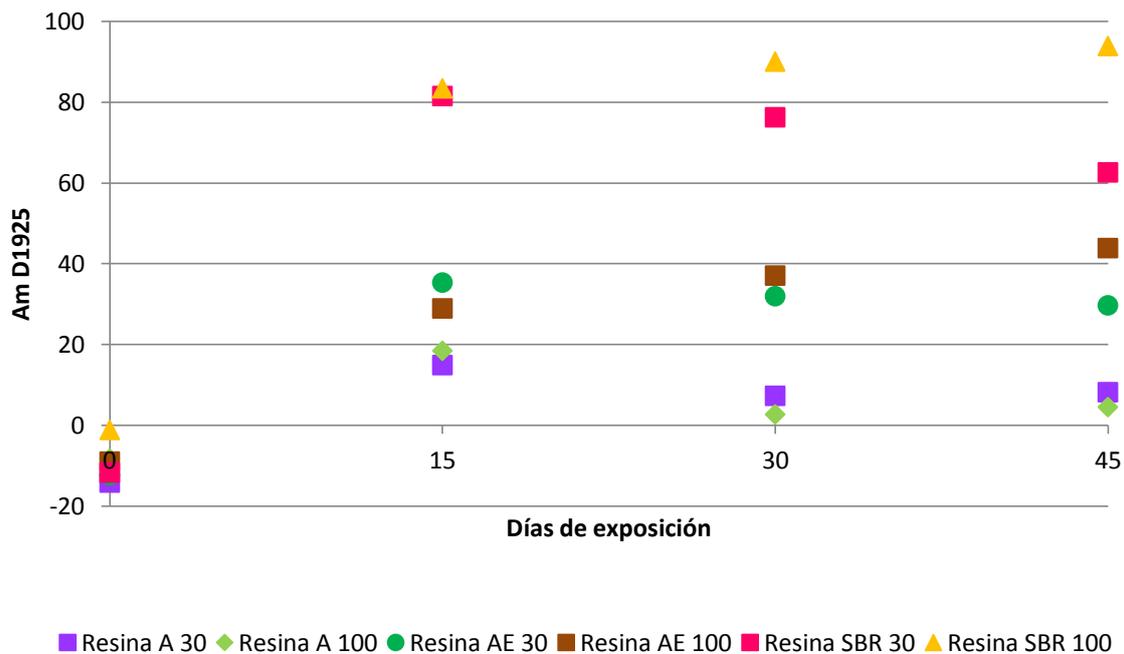


Gráfico 6. Comparativa del índice de amarilleamiento del total de los tratamientos realizados.

Inicialmente el total de tratamientos parten de un valor de índice de amarilleamiento negativo próximo a 0 y tras 15 días de exposición UV el índice de amarilleamiento aumenta notablemente en todos los recubrimientos. En tratamiento con Resina A se produce un menor amarilleamiento sin observar grandes diferencias entre tratamientos de menor y mayor gramaje alcanzando valores de 8,2667 unidades. El tratamiento con Resina AE registra un índice de amarilleamiento superior, haciéndose más notable en recubrimientos de mayor gramaje alcanzando valores de 43,9467 unidades. El recubrimiento que más amarillea, como se ha observado en los valores de coordenadas CIELAB b\*, es el tratamiento con Resina SBR, siendo mayor amarilleamiento en recubrimientos de mayor gramaje, alcanzando valores de índice de amarilleamiento de 93,9767 unidades.

### 5.3 ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO.

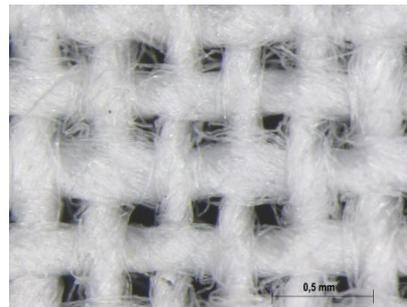
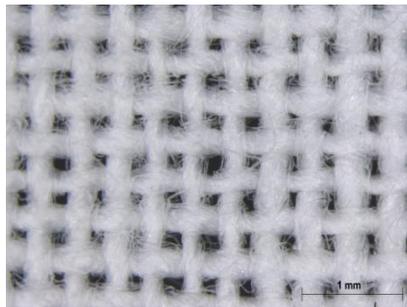
Los tratamientos realizados con la Resina A, Resina AE y Resina SRB a gramajes de 30 y 100g/m<sup>2</sup> son sometidos a envejecimiento artificial acelerado según el procedimiento descrito en el apartado 3.2.8 a tiempos de 15 , 30 y 45 días. Finalizados

los tiempos de exposición establecidos se observa la superficie del recubrimiento al microscopio óptico.

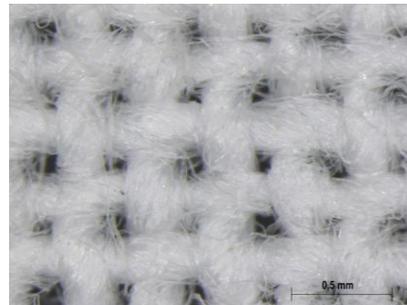
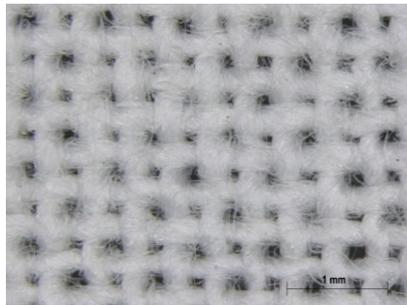
Se ha envejecido tejido de PES/CO utilizado con el objetivo de evaluar las posibles degradaciones que sufre el tejido sin tratar. A continuación se muestran imágenes de los recubrimientos ampliados al microscopio óptico tipo Leica MZ APO.

### Tejido sin tratar

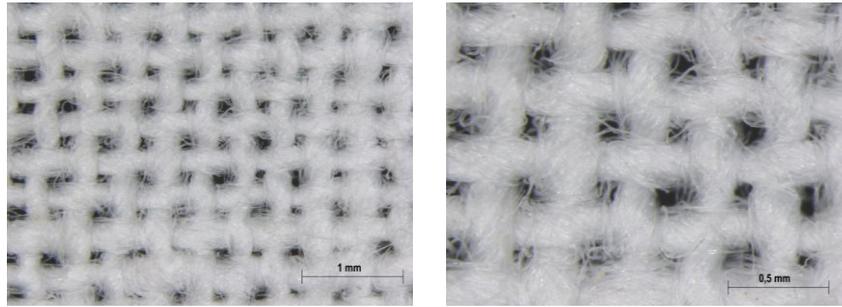
#### 0 días envejecimiento



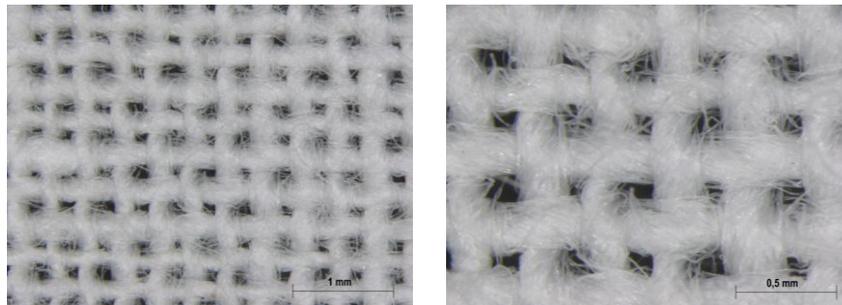
#### 15 días envejecimiento



30 días envejecimiento



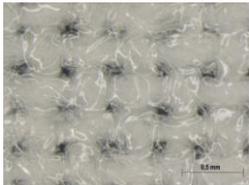
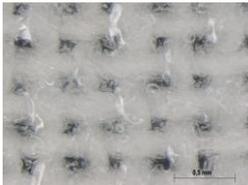
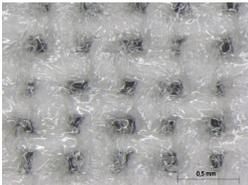
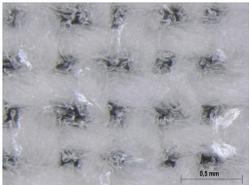
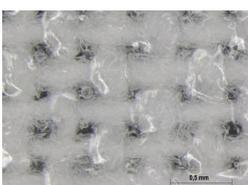
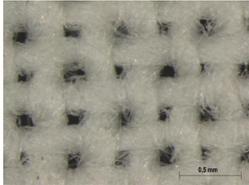
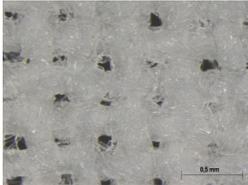
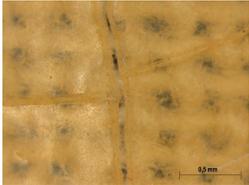
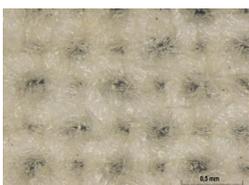
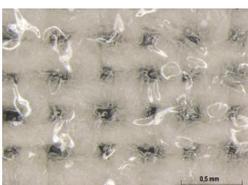
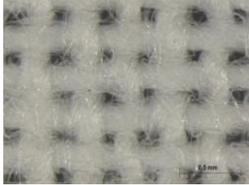
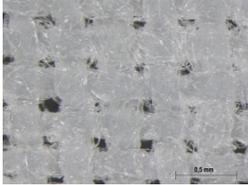
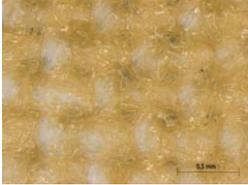
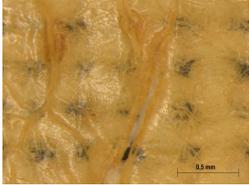
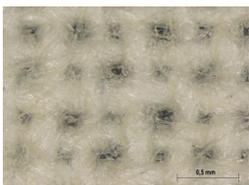
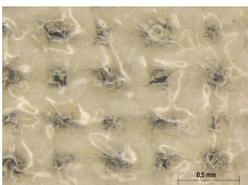
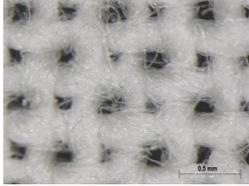
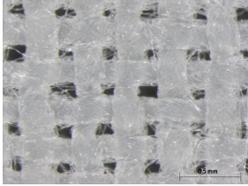
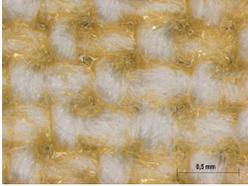
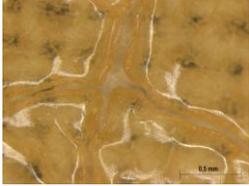
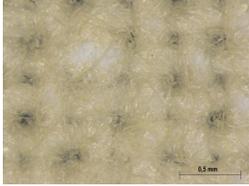
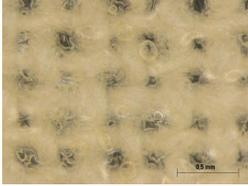
45 días de envejecimiento



*Ilustración 31. Tejidos de CO/PES sin tratar sin envejecer y envejecido tras 15, 30 y 45 días.*

El tejido de PES/CO empleado para la realización de los tratamientos no se ve afectado tras exposición a la radiación UV, no afectando por tanto a los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el presente estudio.

Tabla 13. Imágenes a microscopio óptico de los tratamientos realizados con Resina A, Resina AE y Resina SBR sin envejecer y envejecidos a 15, 30 y 45 días.

Tiempo exposición (días)	Resina A30	Resina A100	Resina SBR30	Resina SBR100	Resina AE30	Resina AE100
0						
15						
30						
45						

En el recubrimiento con Resina A con gramaje  $30 \text{ g/m}^2$  se observa en la imagen registrada al microscopio óptico una pérdida prácticamente total del recubrimiento desde los primeros 15 días de exposición, quedando únicamente las fibras impregnadas con Resina A y dejando los huecos entre hilos descubiertos. En el recubrimiento de  $100 \text{ g/m}^2$  se observa al igual que en el recubrimiento de menor gramaje, una pérdida prácticamente total del recubrimiento a partir de los 15 días de exposición, quedando únicamente las fibras impregnadas con Resina A y dejando los huecos entre hilos descubiertos.

En el recubrimiento con Resina SBR con gramaje  $30 \text{ g/m}^2$  se observa una pérdida recubrimiento tras 15 días de exposición, siendo mayor la pérdida a mayor tiempo de exposición, quedando a la vista los hilos de PE/CO. En el recubrimiento con Resina SBR con un gramaje de  $100 \text{ g/m}^2$  se observa a partir de 15 días de exposición, una superficie quebradiza con la aparición de grietas, siendo más numerosas a mayores tiempos de exposición. No se observa pérdidas de recubrimiento.

En cuanto al recubrimiento con Resina AE con gramaje  $30 \text{ g/m}^2$  se observa una pequeña pérdida del recubrimiento tras 45 días de exposición, dejando a la vista clareos en el que dejan a la vista hilos del tejido PE/CO. En el recubrimiento con Resina AE con un gramaje de  $100 \text{ g/m}^2$  tras exposición, no se observa pérdida de recubrimiento pero sí la aparición de algunas pequeñas grietas en la superficie.

#### **5.4 RESISTENCIA AL FROTE EN HÚMEDO.**

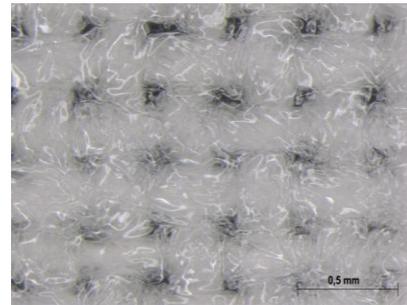
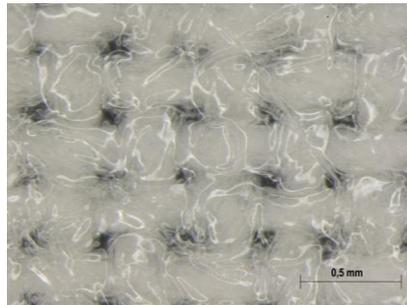
Se llevan a cabo ensayos de resistencia al frote en húmedo según procedimientos descrito en el apartado 3.2.6 de probetas de cada tipo de recubrimiento y para cada tiempo de exposición. A continuación se muestran imágenes ampliadas a microscopio óptico del estado de los recubrimientos antes y después de los ensayos de resistencia al frote en húmedo.

RESINA A30

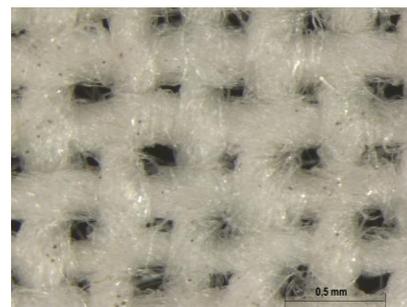
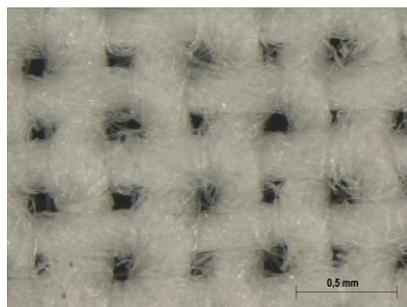
Sin ensayar

Tras ensayo frote en húmedo

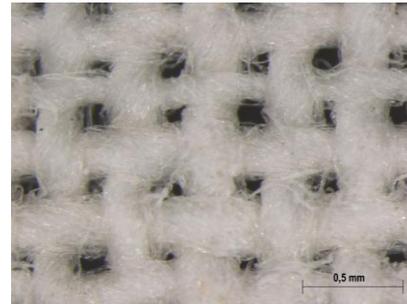
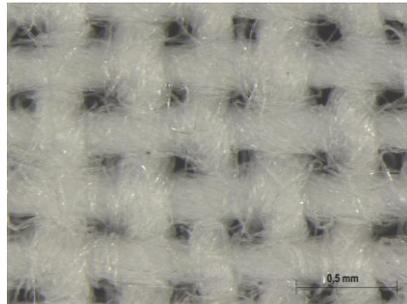
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

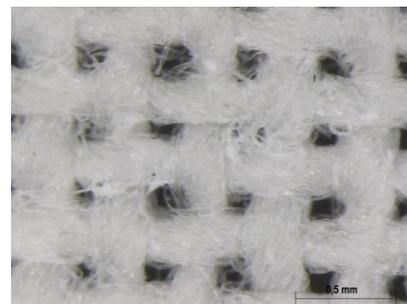
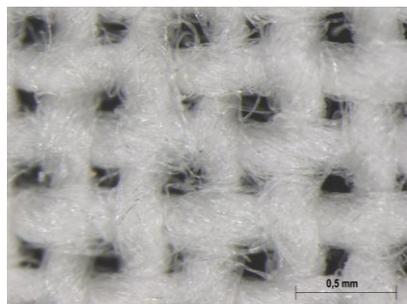


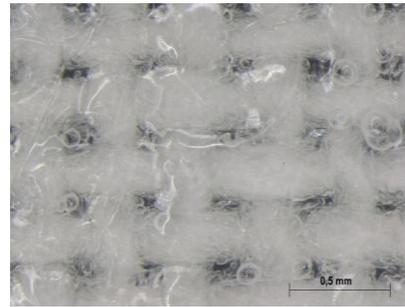
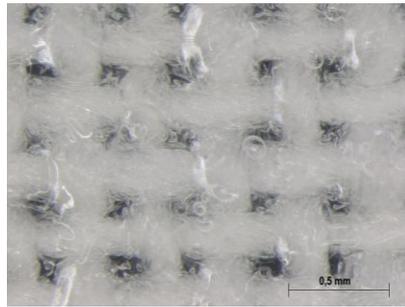
Ilustración 32. Resultados de ensayos de resistencia al frote en húmedo en tejido PES/CO tratado con 30g/m<sup>2</sup> de Resina A sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.

RESINA A100

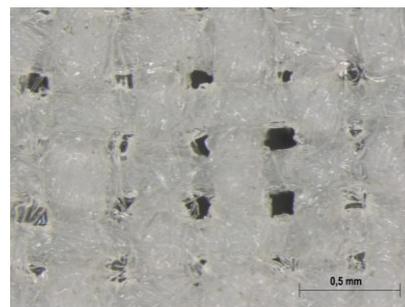
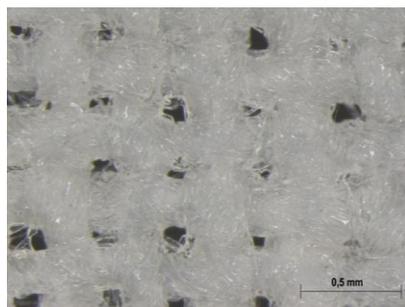
Sin ensayar

Tras ensayo frote en húmedo

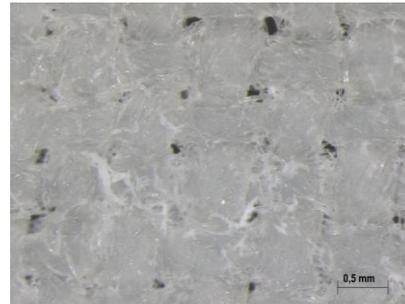
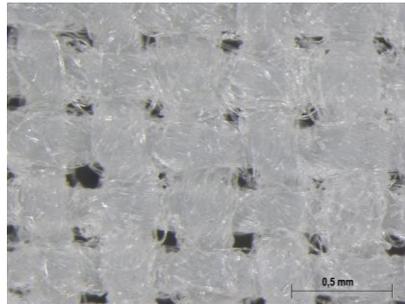
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

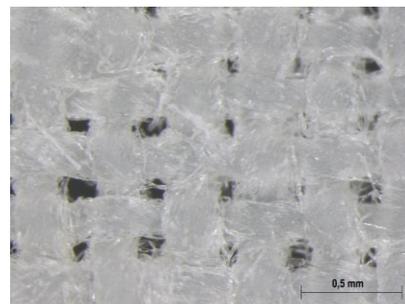
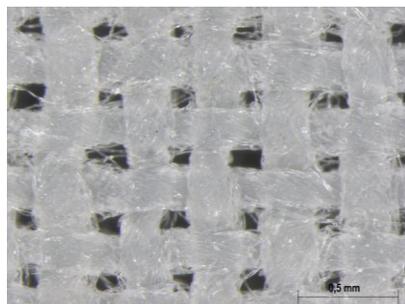


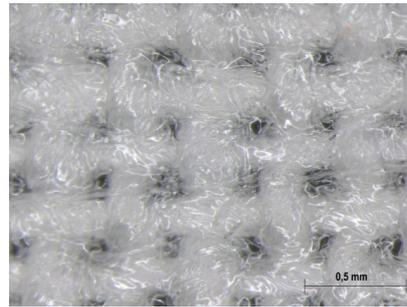
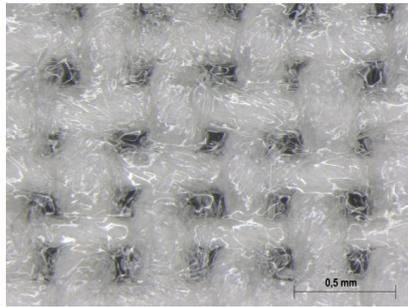
Ilustración 33. Resultados de ensayos de resistencia al frote en húmedo en tejido PES/CO tratado con  $100 \text{ g/m}^2$  de Resina A sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.

RESINA SBR30

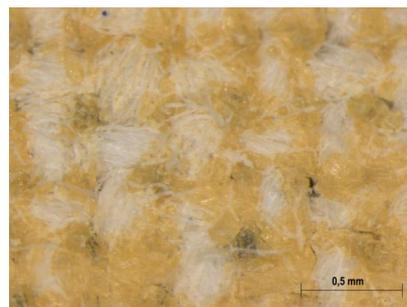
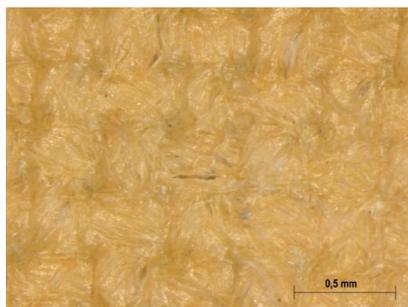
Sin ensayar

Tras ensayo frote en húmedo

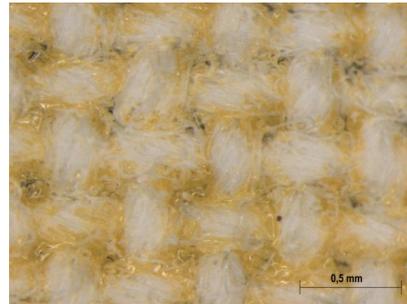
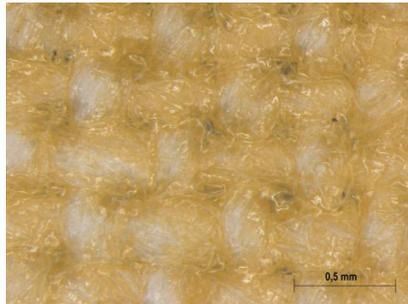
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

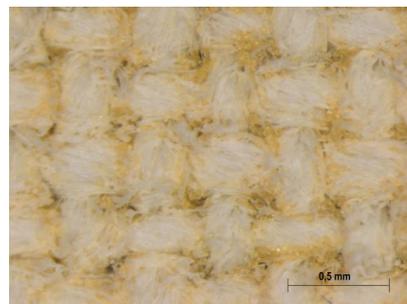
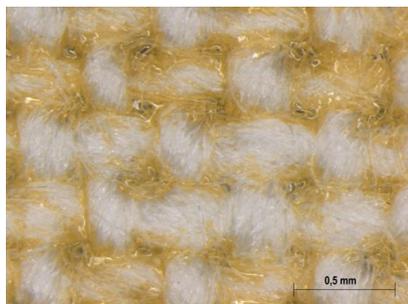


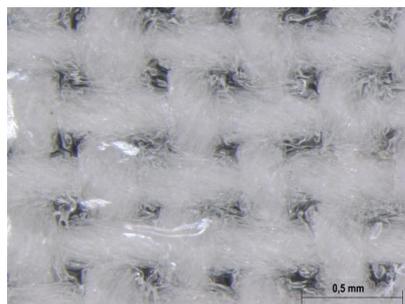
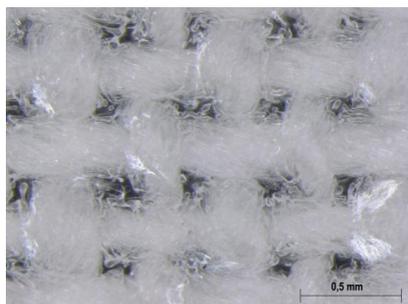
Ilustración 34. Resultados de ensayos de resistencia al frote en húmedo en tejido PES/CO tratado con 30g/m<sup>2</sup> de Resina SBR sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.

SBR100

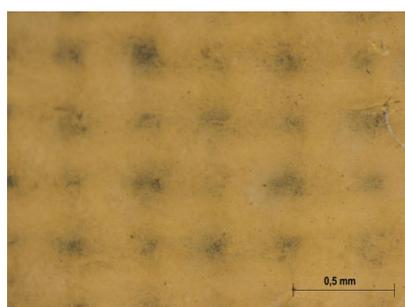
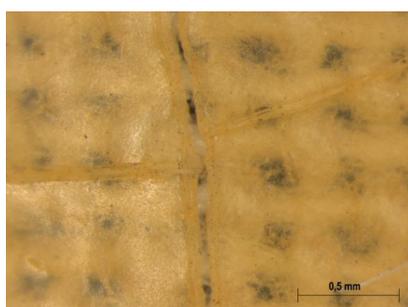
Sin ensayar

Tras ensayo frote en húmedo

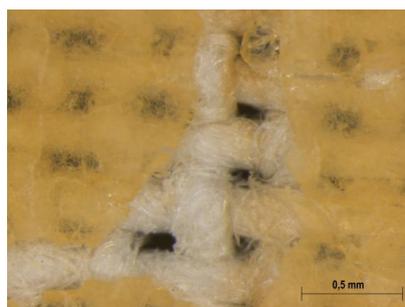
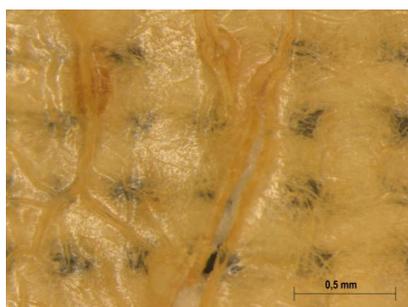
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

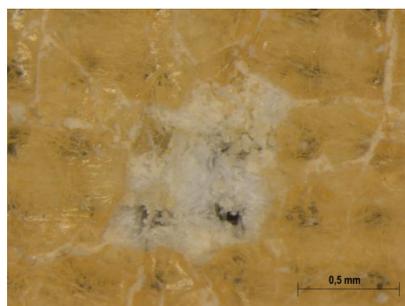
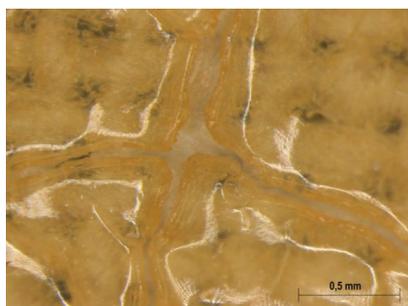


Ilustración 35. Resultados de ensayos de resistencia al frote en húmedo en tejido PES/CO tratado con 100g/m<sup>2</sup> de Resina SBR sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.

Tras ensayos de resistencia al frote en húmedo en recubrimientos con Resina A tras exposición UV se observa en los tratamientos con gramaje  $30\text{g/m}^2$  enmarañamiento de las fibras, desprendimiento de recubrimiento y formación de aglomerados de resina adheridos en las fibras. En recubrimientos con Resina A con gramaje  $100\text{g/m}^2$  tras exposición UV se observa un enmarañamiento y aplastamiento de las fibras.

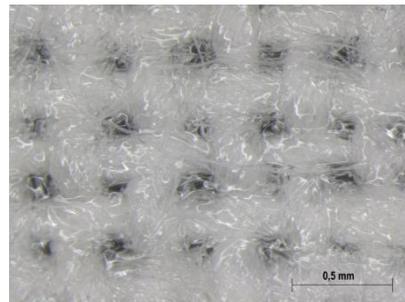
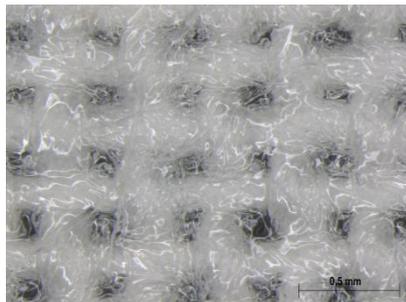
Tras ensayos de resistencia al frote en húmedo en recubrimientos con Resina SBR con gramaje de  $30\text{ g/m}^2$  tras 15 días de exposición UV se observa un enmarañamiento de las fibras, desprendimiento y rotura del recubrimiento. Tras ensayos de resistencia al frote en húmedo en el recubrimiento de  $100\text{ g/m}^2$  se observa a partir de 30 días de exposición UV una rotura del recubrimiento en forma de pequeños cristales.

#### RESINA AE30

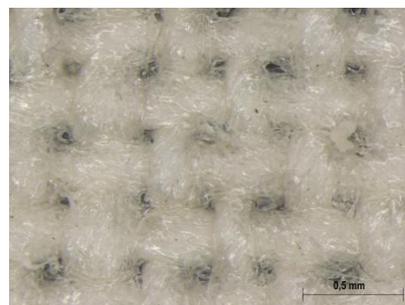
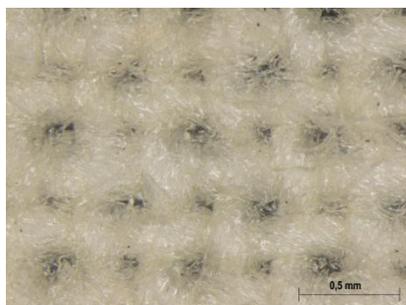
Sin ensayar

Tras ensayo frote en húmedo

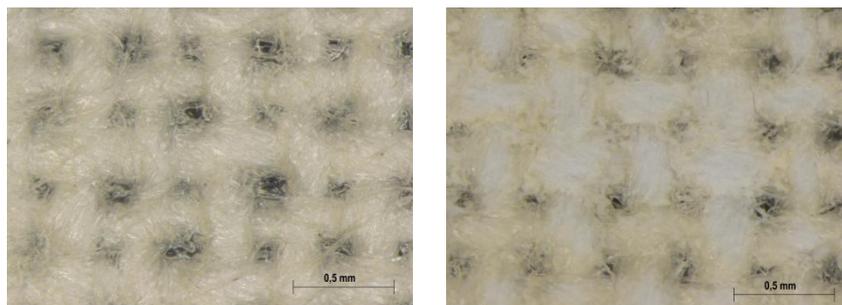
0 días exposición



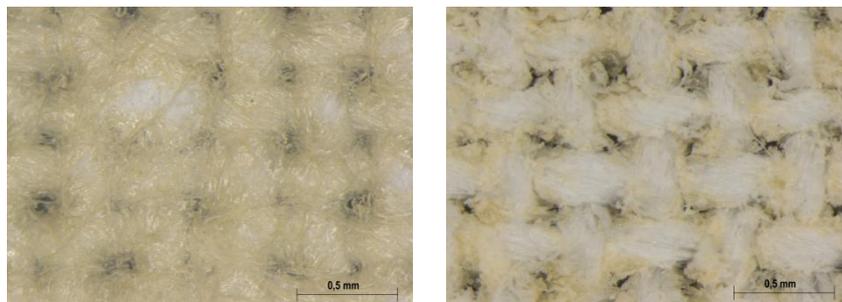
15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición



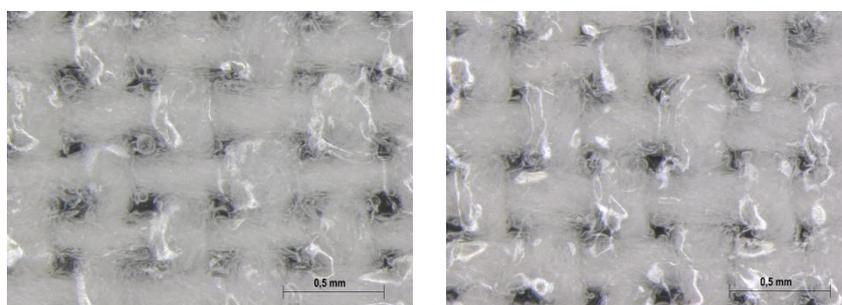
*Ilustración 36. Resultados de ensayos de resistencia al frote en húmedo en tejido PES/CO tratado con 30g/m<sup>2</sup> de Resina AE sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.*

RESINA AE100

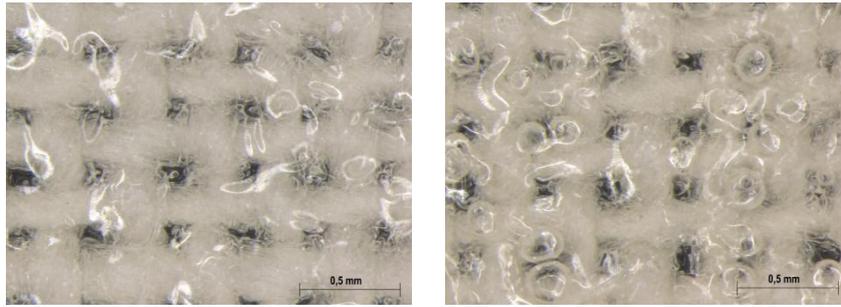
Sin ensayar

Tras ensayo frote en húmedo

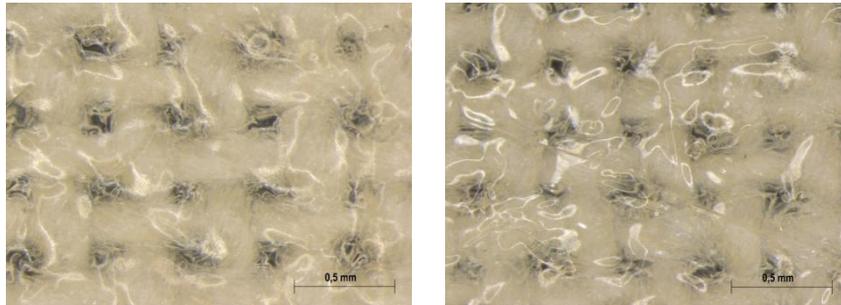
0 días exposición



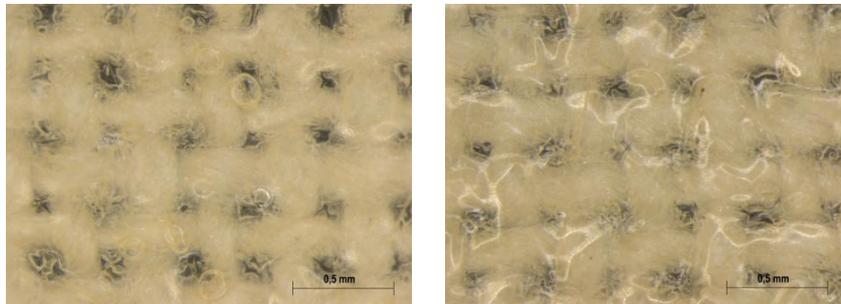
15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición



*Ilustración 37. Resultados de ensayos de resistencia al frote en húmedo en tejido PES/CO tratado con 100g/m<sup>2</sup> de Resina AE sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.*

Tras ensayos de resistencia al frote en húmedo en recubrimientos con Resina AE con gramaje de 30 g/m<sup>2</sup> tras exposición UV se observa un enmarañamiento de las fibras, desprendimiento y rotura del recubrimiento. A los 15 días de exposición UV se obtiene una solidez a la resistencia al frote buena, la superficie no se ve afectada pero esta empeora tras una mayor exposición UV. Tras ensayos de resistencia al frote en húmedo en el recubrimiento de 100 g/m<sup>2</sup> no se observan alteraciones en la superficie tras 45 días de exposición UV.

La solidez a la resistencia al frote en húmedo en los tratamientos con las tres resinas a tiempo 0 es buena. No se observa ningún tipo de degradación en el recubrimiento.

Comparando entre tratamientos de menor y mayor gramaje, se observa una menor solidez al frote en húmedo en las tres resinas estudiadas en los recubrimientos de menor gramaje.

Centrándonos en los tratamientos de cada resina empleada, los tejidos tratados con Resina A y envejecidos, no puede evaluarse con claridad la resistencia al frote en húmedo debido a que el recubrimiento se ve fuertemente afectado al ser expuesto a radiación UV, perdiéndose éste en gran parte. Respecto a la Resina SBR se observan degradaciones y pérdidas del recubrimiento muy notables, presentando menores solidez en el recubrimiento de  $30\text{g/m}^2$ . Por último en el tratamiento correspondiente a la Resina AE de menor gramaje se observa degradaciones y pérdidas de recubrimiento del mismo grado que los observados en los tratamientos con Resina SBR, obteniendo, en cambio buena resistencia al frote en húmedo en recubrimientos con gramaje de  $100\text{ g/m}^2$ .

## **5.5 RESISTENCIA AL LAVADO Y SECADO DOMÉSTICO.**

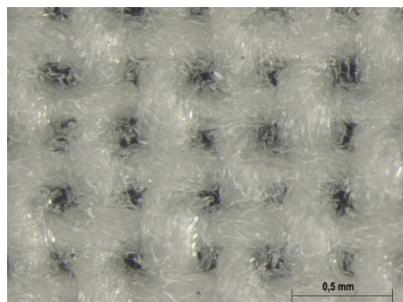
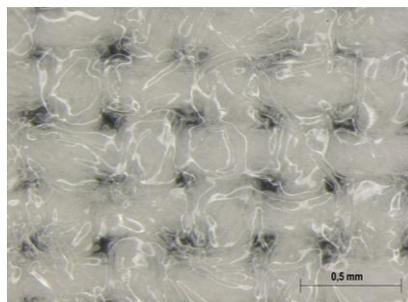
Se llevan a cabo ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico según el procedimiento descrito en el apartado 3.2.9 de probetas de cada tipo de recubrimiento y para cada tiempo de exposición. A continuación se muestran imágenes ampliadas a microscopio óptico del estado de los recubrimientos antes y después de los ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico.

RESINA A 30

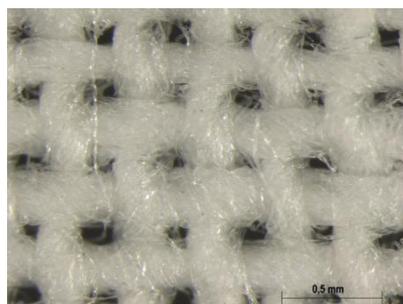
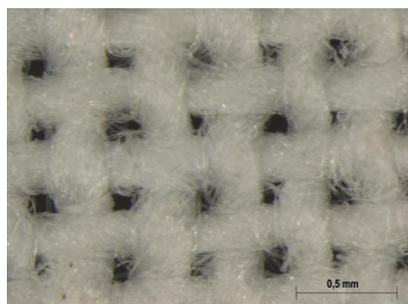
Sin ensayar

Tras ensayo resistencia al lavado  
y secado doméstico

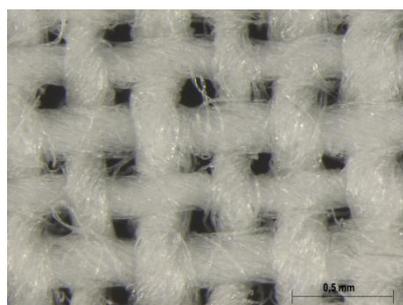
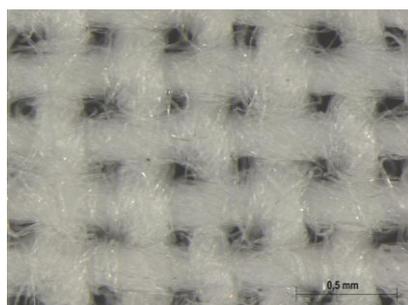
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

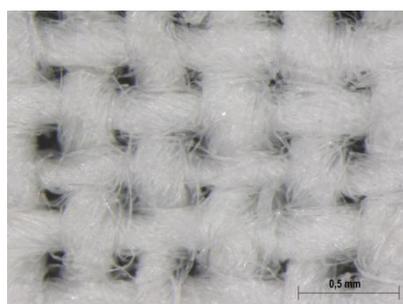
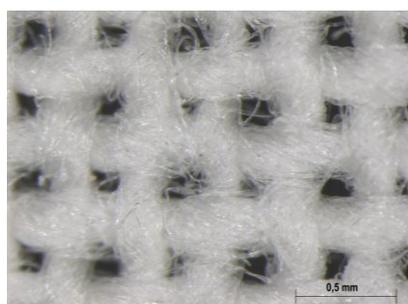


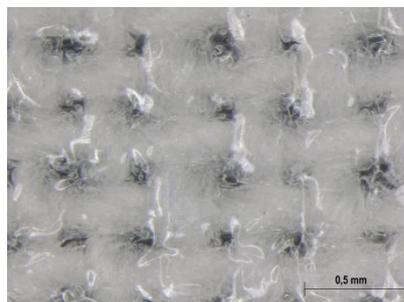
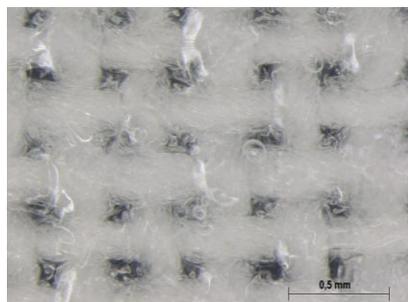
Ilustración 38. Resultados de ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en tejido PES/CO tratado con  $30\text{g/m}^2$  de Resina A sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.

Resina A 100

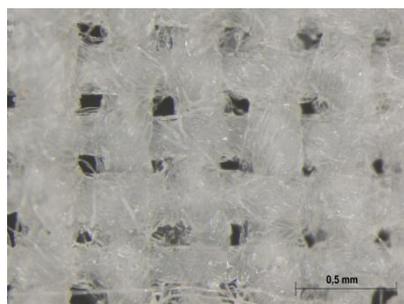
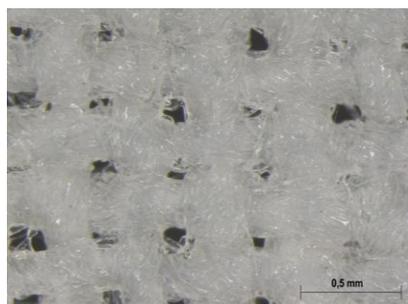
Sin ensayar

Tras ensayo resistencia al lavado  
y secado doméstico

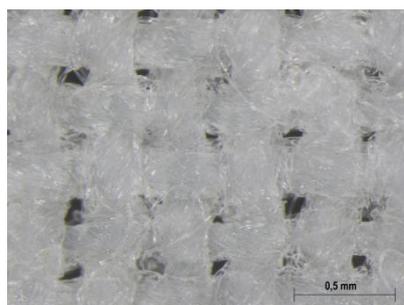
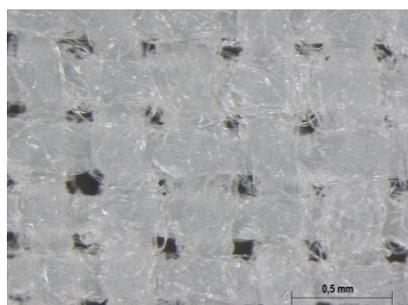
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

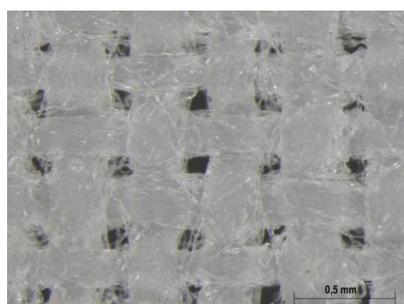
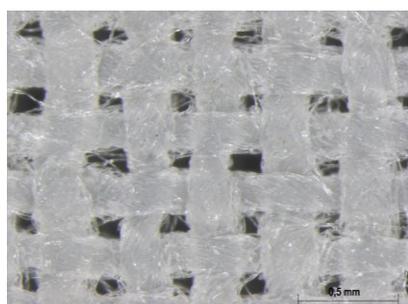
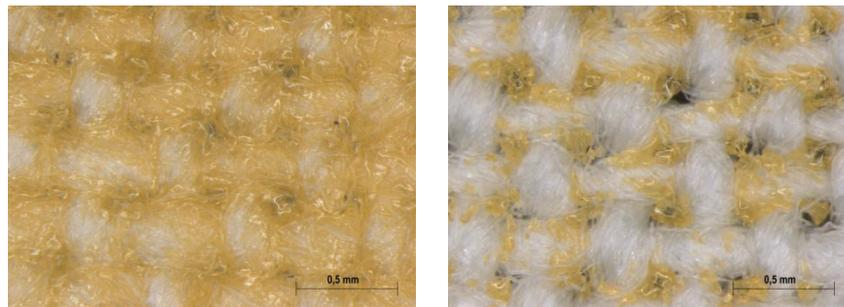


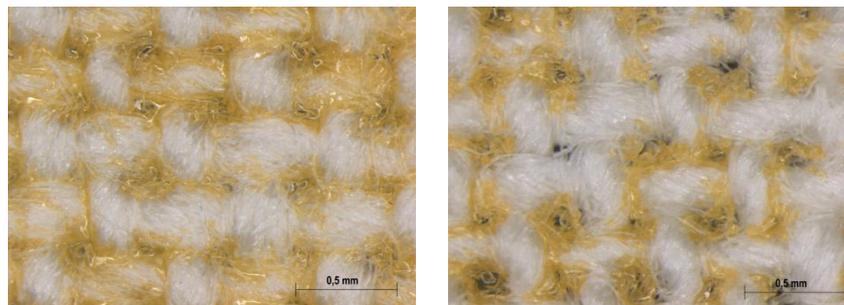
Ilustración 39. Resultados de ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en tejido PES/CO tratado con  $100\text{g}/\text{m}^2$  de Resina A sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.



30 días exposición



45 días exposición



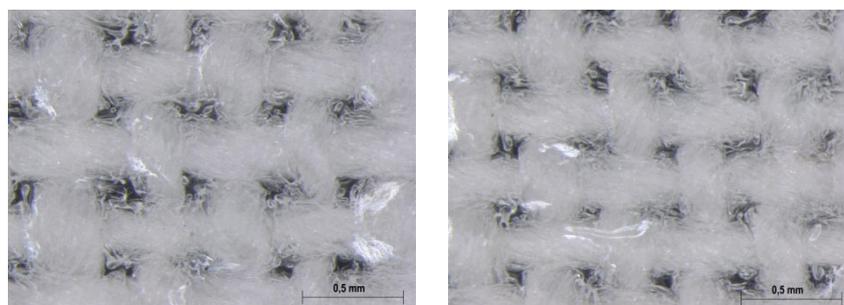
*Ilustración 40. Resultados de ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en tejido PES/CO tratado con 30g/m<sup>2</sup> de Resina SBR sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.*

RESINA SBR100

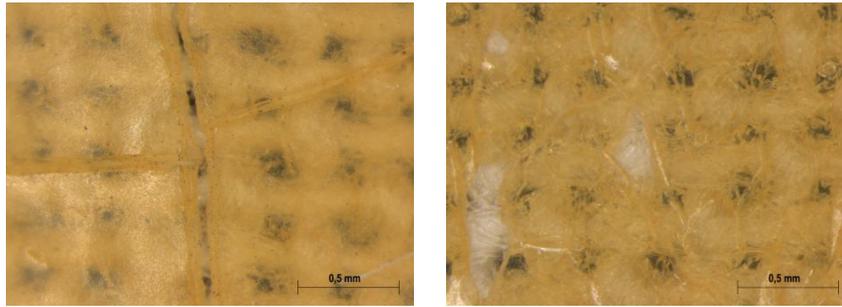
Sin ensayar

Tras ensayo resistencia al  
lavado y secado doméstico

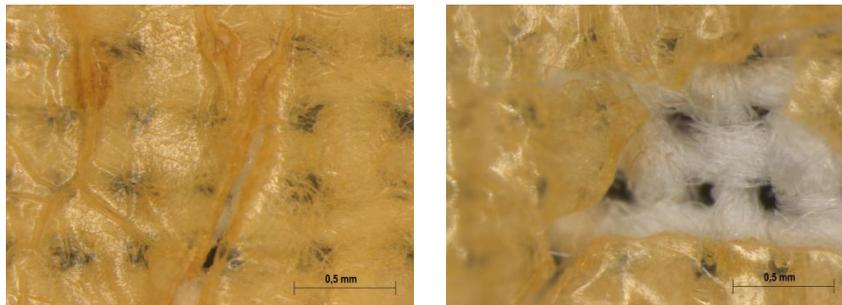
0 días exposición



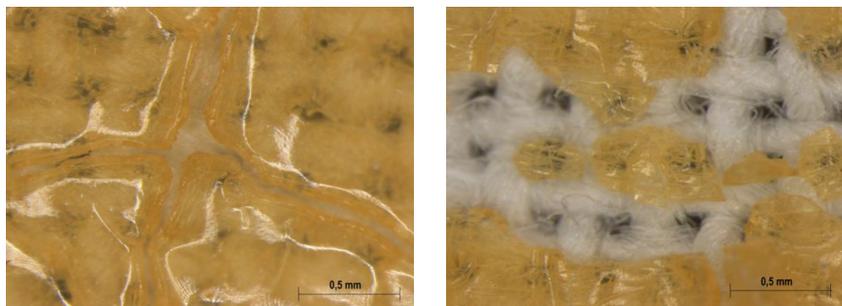
15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición



*Ilustración 41. Resultados de ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en tejido PES/CO tratado con 100g/m<sup>2</sup> de Resina SBR sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.*

Tras exposición UV, como se ha comentado anteriormente, el recubrimiento de Resina SBR con 30 g/m<sup>2</sup> pierde parte del recubrimiento siendo mayor la pérdida a mayor tiempo de exposición. Tras los ensayos de resistencia al lavado y secado domésticos en recubrimientos con Resina SBR con gramaje de 30 g/m<sup>2</sup> se observa en el caso del tratamiento sin envejecer que no existe ninguna degradación en el recubrimiento, en cambio en los tratamientos tras exposición UV se observa rotura y pérdida de recubrimiento siendo más notable a mayores tiempos de exposición de 30

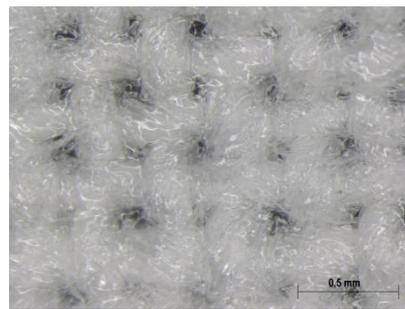
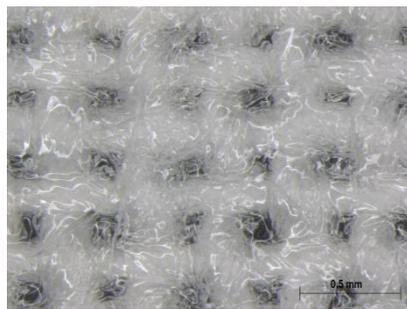
y 45 días. En el recubrimiento de Resina SBR con un gramaje de 100 g/m<sup>2</sup> se observa tras exposición UV la aparición de grietas en la superficie. Tras ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico se observa tras 15 días de exposición UV una ligera pérdida de recubrimiento, siendo mayor tras 30 y 45 días de exposición.

RESINA AE30

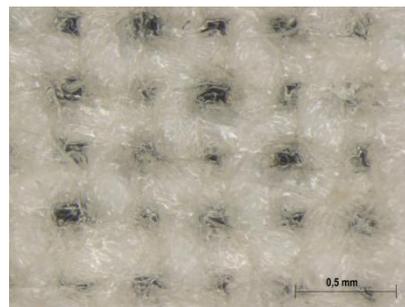
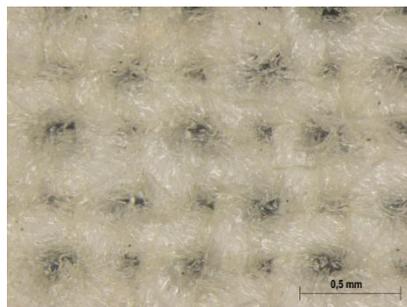
Sin ensayar

Tras ensayo resistencia al lavado y secado doméstico

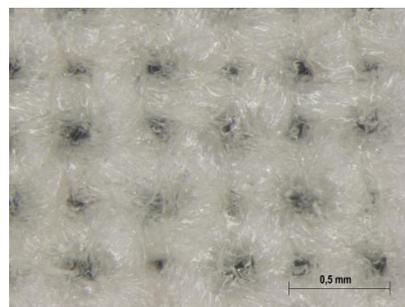
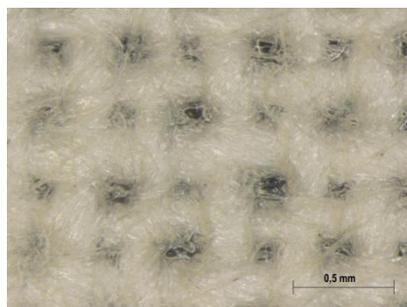
0 días exposición



15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición

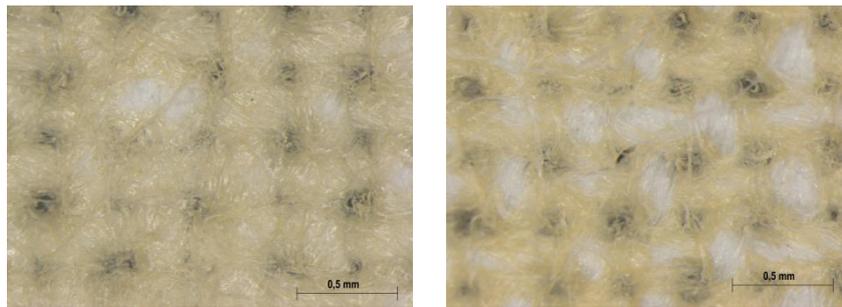


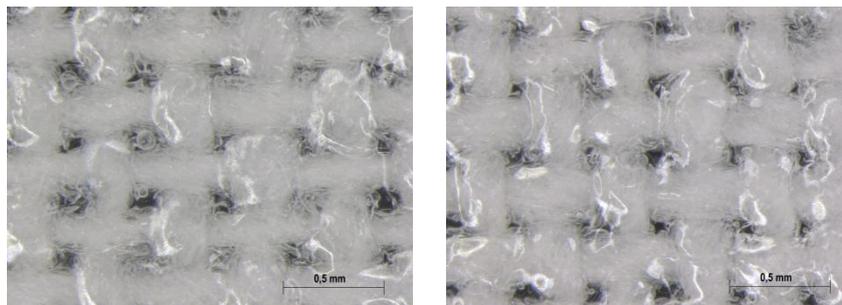
Ilustración 42. Resultados de ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en tejido PES/CO tratado con 30g/m<sup>2</sup> de Resina AE sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.

RESINA AE100

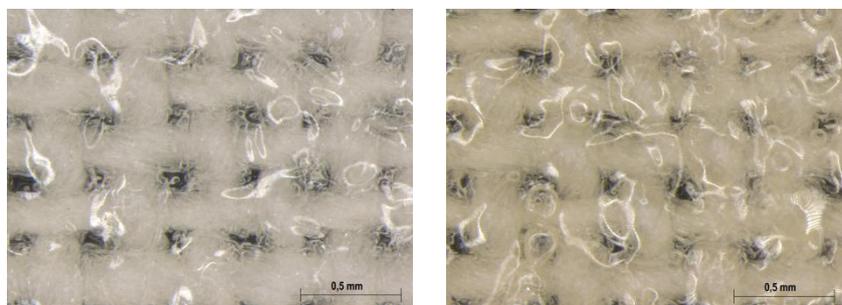
Sin ensayar

Tras ensayo resistencia al lavado y secado doméstico

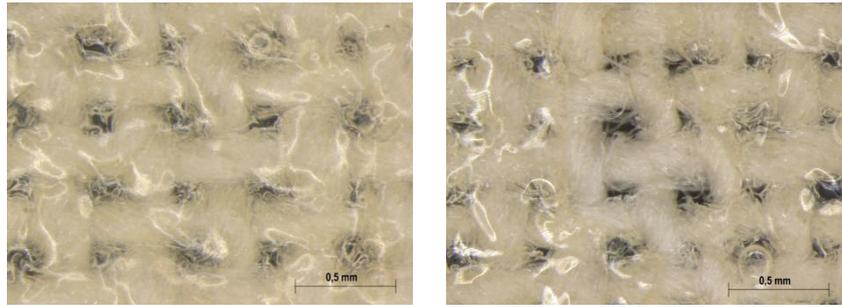
0 días exposición



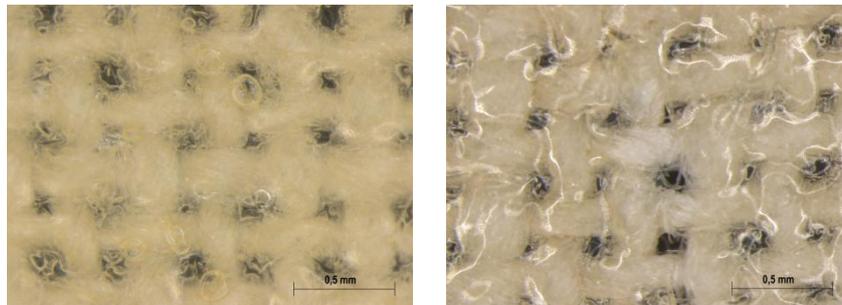
15 días exposición



30 días exposición



45 días exposición



*Ilustración 43. Resultados de ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en tejido PES/CO tratado con 100g/m<sup>2</sup> de Resina AE sin envejecer y tras envejecimiento a los 15, 30 y 45 días.*

Tras exposición UV, el tratamiento con Resina AE de gramaje 30 g/m<sup>2</sup> pierde parte del recubrimiento siendo mayor la pérdida a mayor tiempo de exposición. Tras ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en recubrimientos con Resina AE con gramaje de 30 g/m<sup>2</sup> tras exposición UV se observa que tras 15 y 30 días de exposición no se observa degradación en el recubrimiento pero sí a los 45 días de exposición UV, observando pérdida de recubrimiento notable. En el tratamiento con Resina AE con gramaje de 100 g/m<sup>2</sup> tras exposición UV no se observa pérdida de recubrimiento pero sí la aparición de algunas pequeñas grietas en la superficie. Tras ensayos de resistencia al lavado y secado doméstico en el recubrimiento de 100 g/m<sup>2</sup> tras 15 días de exposición no se ve alterada la superficie. Tras 30 y 45 días de exposición se observa rotura y desprendimiento del recubrimiento.

La solidez a la resistencia al lavado y secado domésticos en los tratamientos con las tres resinas a tiempo 0 es buena. No se observa ningún tipo de degradación en el recubrimiento.

Comparando entre tratamientos de menor y mayor gramaje, se observa una menor solidez al lavado y secado doméstico en las tres resinas estudiadas en los recubrimientos de menor gramaje. Centrándonos en los tratamientos de cada resina empleada, en los tejidos tratados con Resina A y envejecidos, no puede evaluarse con claridad la resistencia al lavado debido a que el recubrimiento se ve fuertemente afectado al ser expuesto a radiación UV, perdiéndose éste en gran parte. Respecto a la Resina SBR se observan degradaciones y pérdidas del recubrimiento muy notables, presentando menores solidez en el recubrimiento de  $30\text{g/m}^2$ . Por último en el tratamiento correspondiente a la Resina AE con gramaje de  $30\text{ g/m}^2$  se observa degradaciones y pérdidas de recubrimiento del mismo grado que los observados en los tratamientos con Resina SBR, obteniendo, en cambio buena resistencia al frote en húmedo en recubrimientos con gramaje de  $100\text{ g/m}^2$ .

## **5.6 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA.**

Se realizan ensayos de tracción con un equipo universal Zwick siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 3.2.11, para determinar propiedades de resistencia y deformación de los diferentes tratamientos. El total de las probetas son ensayos en dirección urdimbre. Los resultados de fuerza máxima, fuerza de rotura y elongación hasta rotura se registran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Resultados de ensayos de tracción en tratamientos con Resina A, Resina AE y Resina SBR

Tratamiento	Tiempo exposición (días)	F <sub>max</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	F <sub>rotura</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>rotura</sub> (%)
Tejido sin aplicar		42,49	37,69	9,46
SBR 30	0	46,26	44,19	7,41
SBR 30	15	26,20	24,44	11,02
SBR 30	30	19,69	18,59	8,67
SBR 30	45	16,77	13,98	7,81
SBR 100	0	38,28	19,33	16,25
SBR 100	15	19,40	16,90	8,99
SBR 100	30	15,91	13,57	8,81
SBR 100	45	17,40	12,85	9,54
A 30	0	37,03	34,18	7,26
A 30	15	26,75	25,56	8,89
A 30	30	18,00	16,80	7,05
A 30	45	13,86	13,61	5,15
A 100	0	34,05	21,58	9,99
A 100	15	21,82	21,47	5,82
A 100	30	12,11	11,90	3,24
A 100	45	14,06	14,06	3,74
AE 30	0	40,01	36,42	8,35
AE 30	15	27,02	26,00	9,42
AE 30	30	19,66	18,67	7,27
AE 30	45	19,78	18,93	7,93
AE 100	0	34,24	15,50	10,66
AE 100	15	19,81	19,70	7,32
AE 100	30	13,24	12,11	4,73
AE 100	45	13,36	13,25	3,61

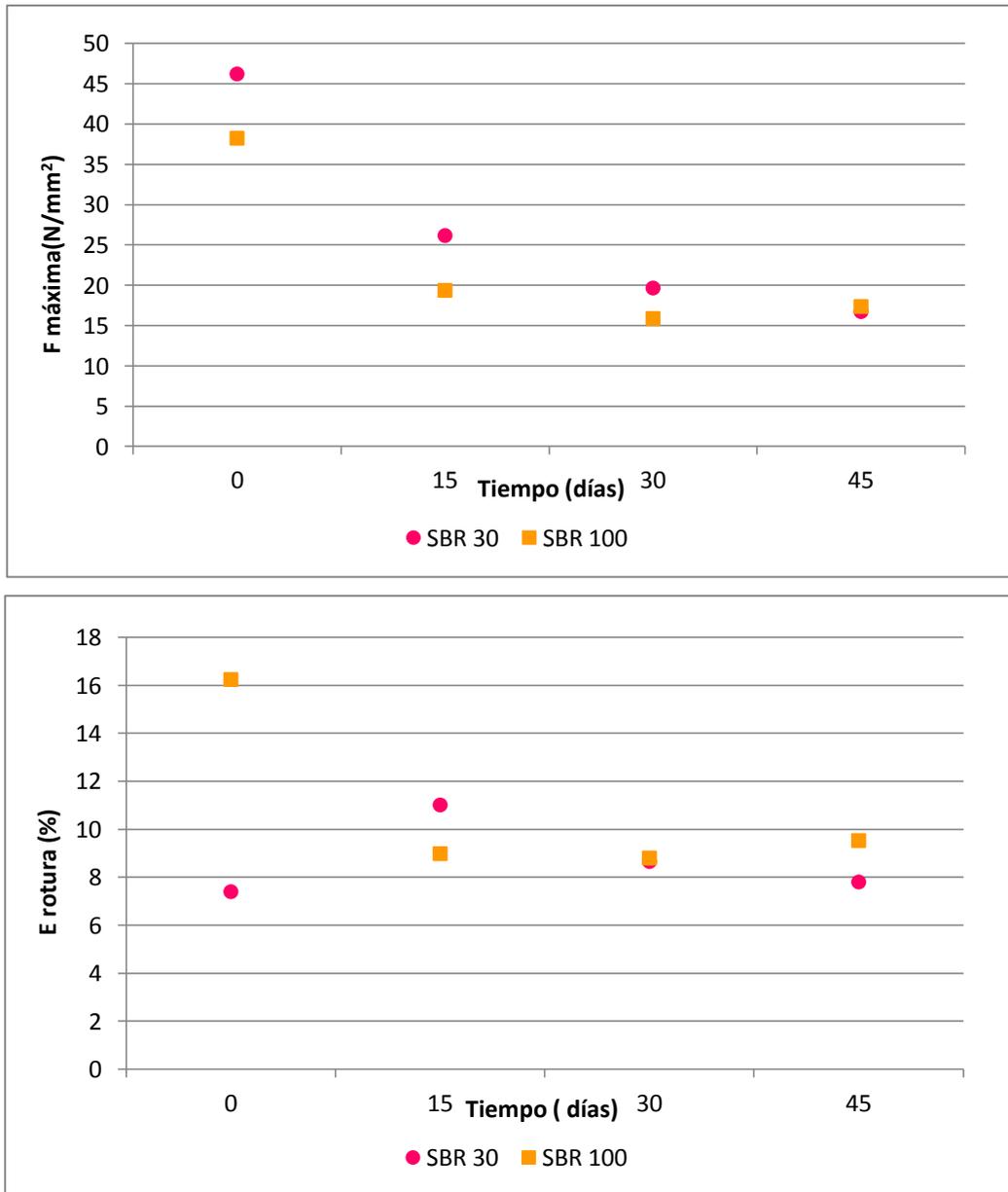


Gráfico 7. Fuerza máxima y elongación hasta rotura en tratamientos con Resina SBR tras envejecimiento acelerado.

En los tratamientos con Resina SBR se parte de una fuerza máxima de rotura de  $46,26 \text{ N/mm}^2$  y  $38,24 \text{ N/mm}^2$  en los tratamientos con 30 y  $100 \text{ g/m}^2$  respectivamente, disminuyendo en ambos casos tras envejecimiento hasta un valor similar de  $16,77$  y  $17,40 \text{ N/mm}^2$ . Respecto a la elongación hasta rotura, el tratamiento con Resina SBR con gramaje de  $100 \text{ g/m}^2$  es del  $16,25\%$  siendo para el recubrimiento de  $30\text{g/m}^2$  de  $7,41 \%$ . En el recubrimiento de mayor gramaje tras envejecimiento, se vuelve más rígido, disminuyendo el valor de elongación hasta  $9,54\%$  tras 45 días. En el

recubrimiento de 30g/m<sup>2</sup> tras 15 días de exposición aumenta ligeramente la elongación a 11,02%, disminuyendo posteriormente hasta un valor de 7,81% tras 45 días de exposición.

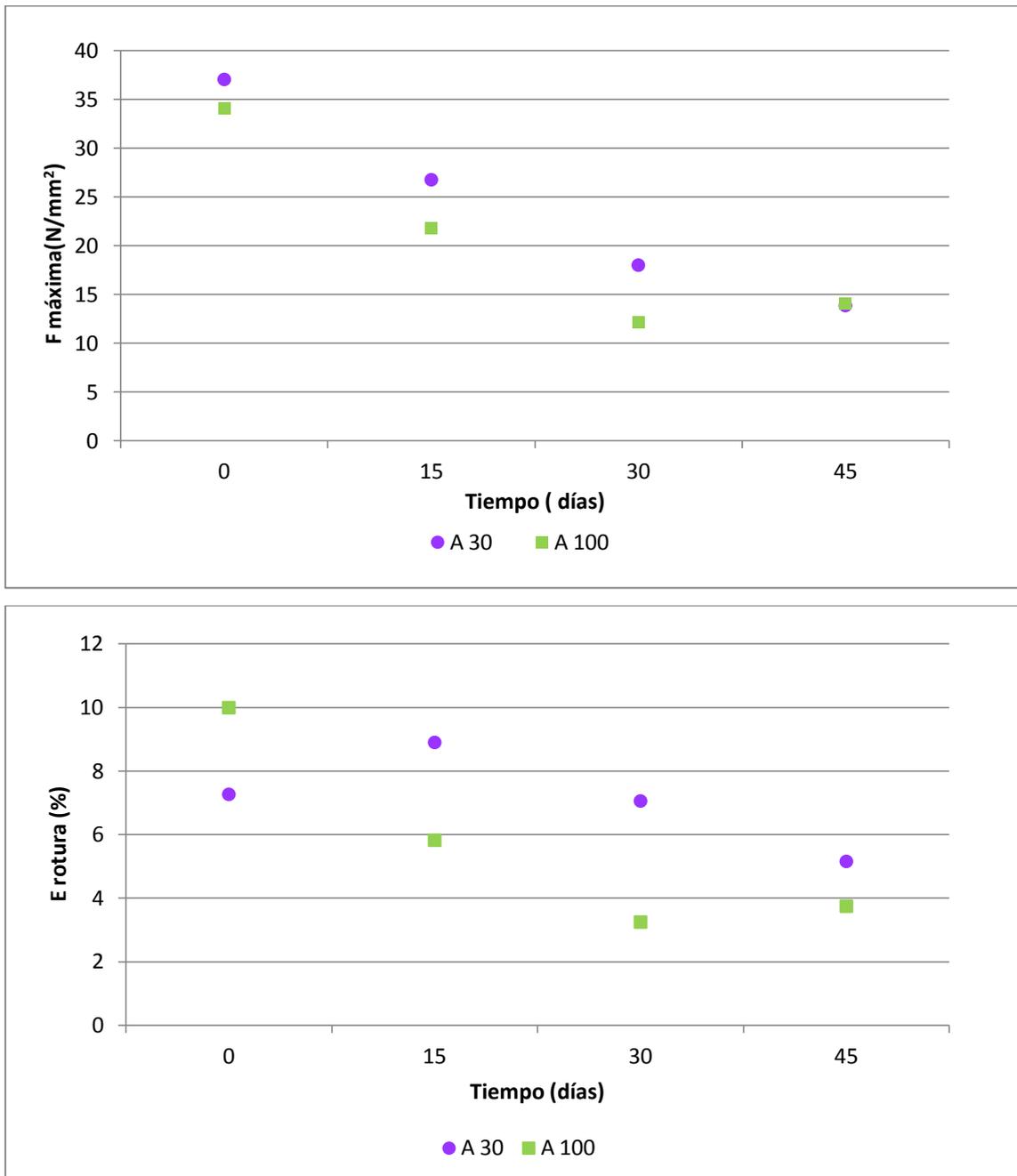


Gráfico 8. Fuerza máxima y elongación hasta rotura en tratamientos con Resina A tras envejecimiento acelerado.

En los tratamientos con Resina A inicialmente posee una fuerza máxima de rotura de 37,03 N/mm<sup>2</sup> y 34,05 N/mm<sup>2</sup> en los tratamientos con 30 y 100 g/m<sup>2</sup> respectivamente, disminuyendo en ambos casos tras envejecimiento hasta un valor

similar de 13,86 y 14,06 N/mm<sup>2</sup>. Respecto a la elongación hasta rotura, el tratamiento con Resina A con gramaje de 100 g/m<sup>2</sup> es del 9,99% siendo para el recubrimiento de 30g/m<sup>2</sup> de 7,26 %. El recubrimiento de mayor gramaje tras envejecimiento, se vuelve menos flexible, disminuyendo el valor de elongación hasta 3,74% tras 45 días. En el recubrimiento de 30g/m<sup>2</sup> tras 15 días de exposición aumenta ligeramente la elongación a 9,42%, disminuyendo posteriormente hasta un valor de 7,93% tras 45 días de exposición.

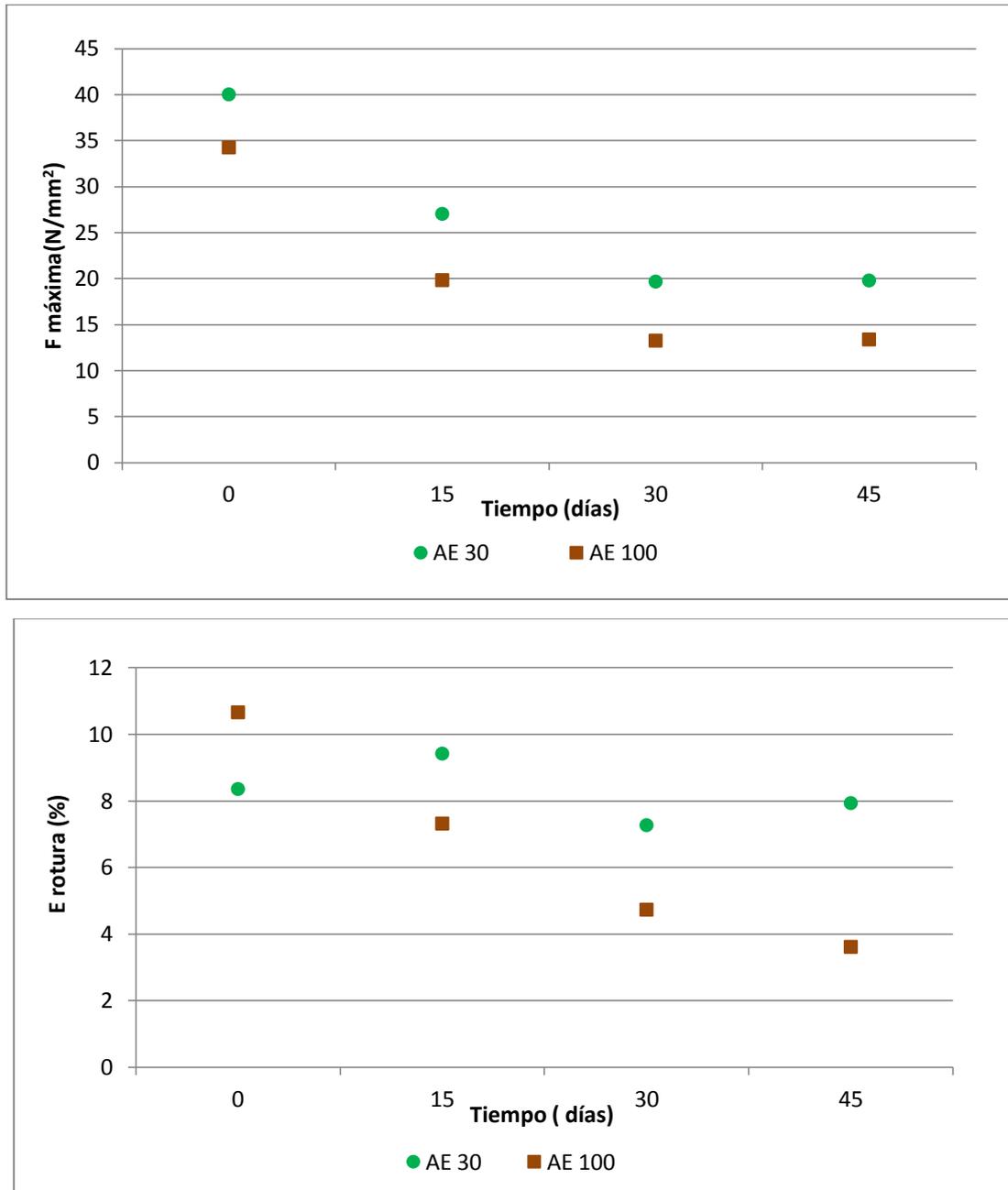


Gráfico 9. Fuerza máxima y elongación hasta rotura en tratamientos con Resina AE tras envejecimiento acelerado.

En los tratamientos realizados con Resina AE se registra inicialmente una fuerza máxima de rotura de 40,01 N/mm<sup>2</sup> y 34,24 N/mm<sup>2</sup> en los tratamientos con 30 y 100 g/m<sup>2</sup> respectivamente, disminuyendo en ambos casos tras envejecimiento hasta un valor de 19,78 y 13,36 N/mm<sup>2</sup>. Se observa que tras 30 días de exposición se alcanza un grado de degradación máximo, manteniéndose estable tras 45 días de exposición.

Respecto a la elongación hasta rotura, inicialmente, en el tratamiento con Resina AE con gramaje de 100 g/m<sup>2</sup> es del 10,66% y para el recubrimiento de 30g/m<sup>2</sup> es de 8,35 %. En el recubrimiento de mayor gramaje tras envejecimiento, se vuelve menos flexible, disminuyendo el valor de elongación hasta 3,61% tras 45 días. En el recubrimiento de 30g/m<sup>2</sup> tras 15 días de exposición aumenta ligeramente la elongación a 9,42%, disminuyendo posteriormente hasta un valor de 7,93% tras 45 días de exposición.

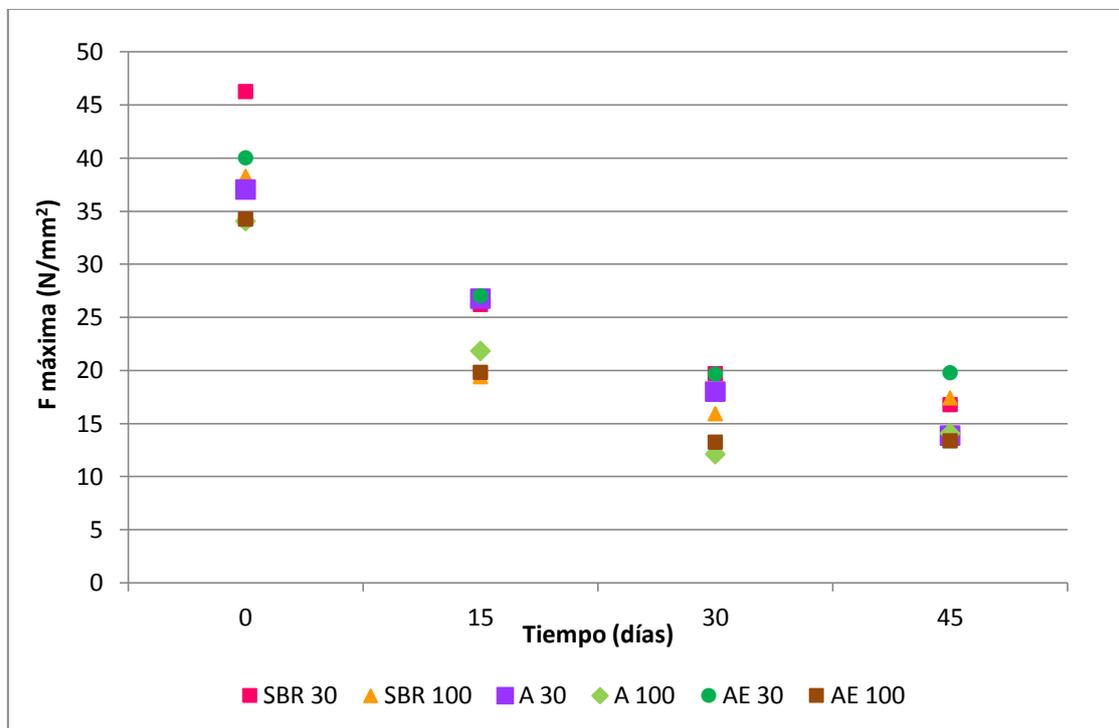


Gráfico 10. Comparativa de valores fuerza máxima de tratamientos con Resina A, Resina SBR y Resina A tras envejecimiento acelerado.

Comparando la fuerza máxima en las tres resinas empleadas se observa que sin envejecer las probetas, el tratamiento con Resina SBR30 se obtiene una mayor

resistencia a la rotura con una fuerza máxima de 46,26 N/mm<sup>2</sup> seguido del recubrimiento de Resina AE 30 con una fuerza máxima de 40,01. Los tratamientos con Resina SBR 100 y Resina A 30 se obtienen fuerzas máximas similares de 38,28 y 37,03 N/mm<sup>2</sup> respectivamente. Los recubrimientos con una menor resistencia a la rotura son los tratados con Resina AE 100 y A 100 con valores de fuerza máxima de 34,24 y 34,05 N/mm<sup>2</sup> respectivamente. En todos los tratamientos, tras envejecimiento, siguen una misma tendencia de degradación descendiente hasta los 30 días de exposición, siendo la degradación de los 30 a los 45 días de exposición menor. Tras 45 días de exposición el tratamiento cuya resistencia a la rotura es mayor corresponde al tratamiento con Resina AE 30 con una fuerza máxima de 19,78 N/mm<sup>2</sup>, seguido de los tratamientos con Resina SBR 100 y SBR 30 con fuerzas máximas de 17,40 y 16,77 N/mm<sup>2</sup> respectivamente y por último, los recubrimientos más degradados corresponden a los tratamientos con Resina A30, Resina A100 y Resina AE100, con valores de fuerza máxima de 13,86, 14,06 y 13,36 N/mm<sup>2</sup> respectivamente.

Determinando las diferencias de fuerza máxima a tiempo 0 y tras 45 días de envejecimiento expresado en porcentaje se observa una disminución ligeramente inferior en los tejidos tratados con Resina AE y una mayor degradación en los tratamientos con Resina SBR y Resina A.

*Tabla 15. Diferencias expresadas en % en la Fuerza máxima de los tratamientos a tiempo 0 y tras 45 días de envejecimiento acelerado.*

	<u>Diferencias F<sub>max</sub> (%)</u>
SBR 30	-63,74
SBR 100	-54,55
A 30	-62,58
A 100	-58,71
AE 30	-50,57
AE 100	-60,99

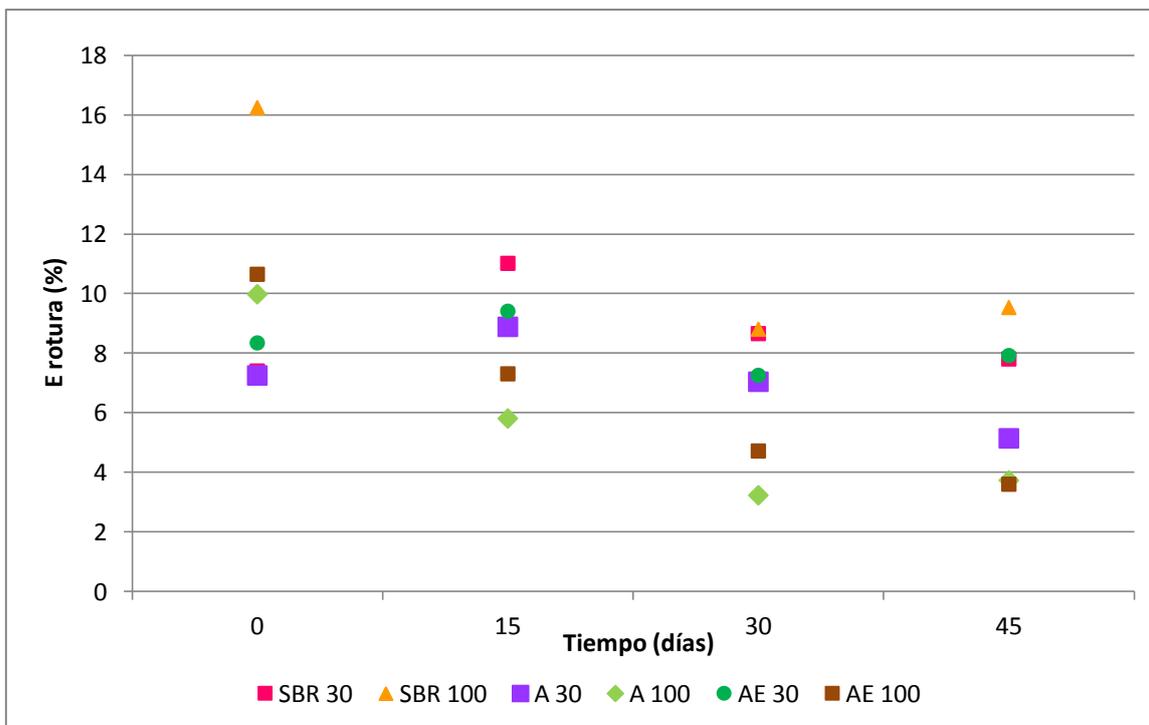


Gráfico 11. Comparativa de resultados de elongación a la rotura de tratamientos con Resina A, Resina SBR y Resina A tras envejecimiento acelerado.

Comparando los valores de elongación de los tejidos tratados con las tres resinas empleadas, se observa inicialmente en los tratamientos sin envejecer, una mayor elongación en el tratamiento correspondiente a la Resina SBR 100 con un valor de 16,25 %, seguido de los tratamientos con Resina AE 100 y Resina A 100 con elongaciones de 10,66 y 9,99% respectivamente. Los tratamientos con menores valores de elongación corresponden a la Resina AE 30 con una elongación del 8,35% y los de Resina SBR30 y Resina A30 con elongaciones de 7,41 y 7,26 % respectivamente. En los tratamientos con gramaje 30 g/m<sup>2</sup> tras envejecimiento se observa un comportamiento común, una mayor elongación tras 15 días de exposición y posteriormente una disminución de esta hasta los 45 días de exposición. En los tratamientos con gramaje 100 g/m<sup>2</sup> también se observa un comportamiento común, una degradación descendiente hasta los 30 días de exposición, siendo la degradación de los 30 a los 45 días de exposición prácticamente estable. Tras 45 días de exposición el tratamiento cuya elongación es mayor corresponde al tratamiento con Resina SBR100 con una elongación de 9,54 %, seguido de los tratamientos con Resina AE30 y Resina SBR 30 con elongaciones de 7,93 y 7,81 % respectivamente y por último, los

tratamientos cuyas elongaciones son menores corresponden a la Resina A30, Resina A 100 y Resina AE 100 con elongaciones de 5,15 %, 3,74 % y 3,61 % respectivamente. Determinando las diferencias de elongación a tiempo 0 y tras 45 días de envejecimiento expresado en porcentaje se observa que en los tratamientos con gramaje de 100 g/m<sup>2</sup> se observan mayores diferencias en elongación. En los tratamientos de gramaje 30 g/m<sup>2</sup> las diferencias en elongación son menores, manteniéndose prácticamente los valores de elongación a tiempo 0 y 45 días en los tratamientos con Resina SBR 30 y AE 30.

*Tabla 16. Diferencias expresadas en % de elongación hasta la rotura de los tratamientos a tiempo 0 y tras 45 días de envejecimiento acelerado.*

	Diferencias E <sub>rotura</sub> (%)
SBR 30	5,44
SBR 100	-41,29
A 30	-29,06
A 100	-62,55
AE 30	-5,07
AE 100	-66,12

## **5.7 DUREZA SHORE A.**

Los resultados de Dureza shore A de los tejidos tratados envejecidos y sin envejecer se recogen en la siguiente tabla. Se realizan un total de 4 medidas por tratamiento.

Tabla 17. Dureza Shore A de tratamientos con Resina A, Resina SBR y Resina A.

Tratamiento	Tiempo exposición (días)	Dureza Shore A (°A)
Tejido sin tratar	0	11
	15	11
	30	11
	45	11
SBR 30	0	18
	15	22
	30	20
	45	17
SBR 100	0	19
	15	37
	30	36
	45	38
A 30	0	15
	15	17
	30	19
	45	20
A 100	0	14
	15	21
	30	21
	45	21
AE 30	0	16
	15	23
	30	26
	45	24
AE 100	0	16
	15	23
	30	31
	45	33

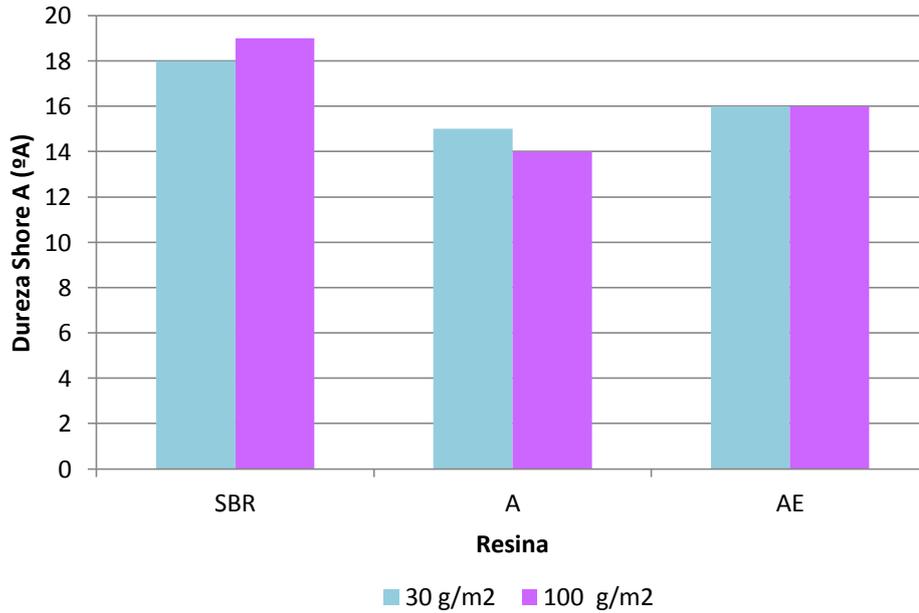


Gráfico 12. Comparativa de valores iniciales de dureza shore A del total de los tratamientos.

En los tres tratamientos, se obtiene valores de dureza shore A en gramajes de 30 g/m<sup>2</sup> y 100g/m<sup>2</sup> muy similares entre ellos. La cantidad de resina aplicada en el tratamiento no influye en la dureza del acabado final.

Comparativamente entre los resultados obtenidos entre los tres tratamientos, se registran valores de Dureza shore A mayores para los acabados con SBR, siguiendo los tejidos tratados con Resina AE y siendo los que registran una menor dureza Shore A, los tejidos tratados con Resina A.

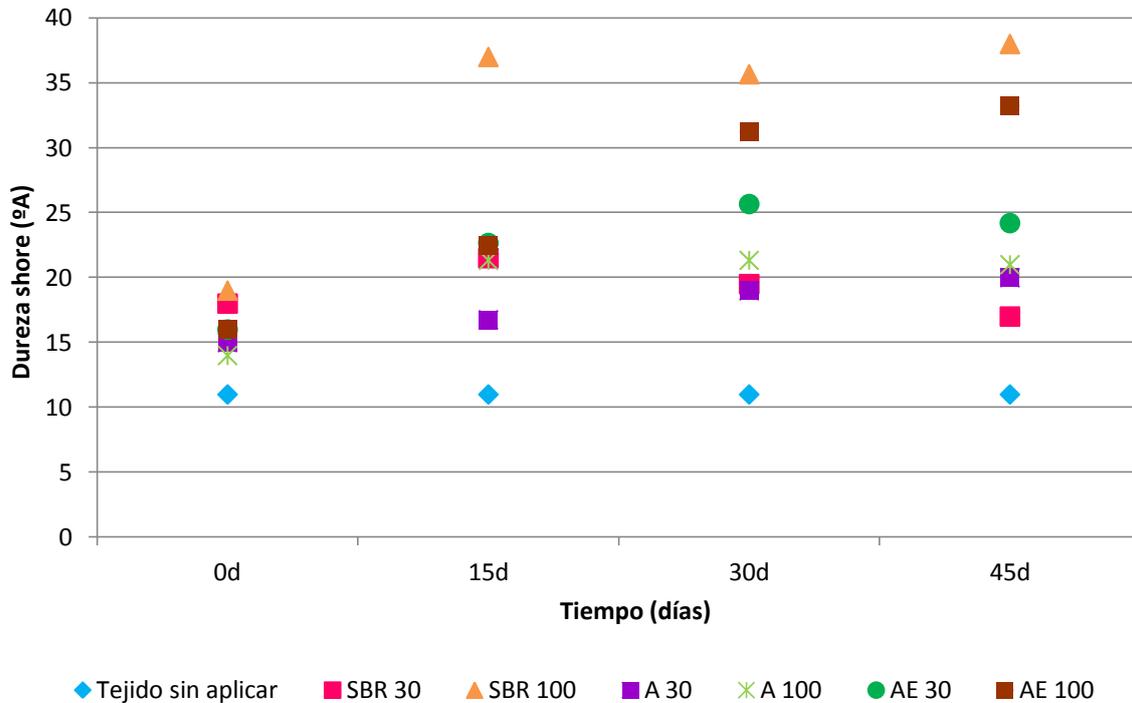


Gráfico 13. Comparativa de dureza shore A en el total de los tratamientos

En el tejido de CO/PES sin tratar no se ve alterada su dureza shore A tras el envejecimiento artificial.

En los tres tratamientos realizados, la dureza shore aumenta tras el envejecimiento. En Resina SBR30 y Resina AE30 se observa un aumento de dureza tras los 15 días y una disminución transcurridos los días de envejecimiento artificial. Esto es debido a la pérdida de recubrimiento del tratamiento observado anteriormente en las imágenes registradas al microscopio óptico. Se pierde recubrimiento y con ello la dureza Shore A.

## 6. CONCLUSIONES.

Finalizados los ensayos con tratamientos de tejidos con resinas de diferente naturaleza y valorados los resultados obtenidos, se pueden llegar a las conclusiones que se detallan a continuación.

- De los resultados colorimétricos se puede concluir que la Resina SBR y Resina AE presentan una mayor sensibilidad al envejecimiento acelerado mediante

radiación UV, obteniendo altos índices de amarilleamiento y por consiguiente, bajos índices de blanco Berger al envejecimiento, por lo que se considera que este tipo de resinas no podrían utilizarse en tratamientos de tejidos cuya aplicación final requiera una exposición prolongada a la radiación solar. Se observa que a menores gramajes aplicados el proceso de envejecimiento es más notable. La Resina A tras envejecimiento acelerado obtiene un índice de blanco Berger mayor a las otras resinas y por consiguiente un índice de amarilleamiento menor, considerando su aplicación apta para tratamientos de tejidos cuya aplicación final sí requiera una exposición solar, sin virar el color del producto. Se observa que el gramaje aplicado es independiente del grado de envejecimiento en el recubrimiento.

Se ha observado la cinética de envejecimiento, distinguiendo dos zonas bien diferenciadas: una primera zona de pérdida de grado de blanco rápida y con ello un aumento del grado de amarilleamiento, de forma lineal, seguida de una segunda etapa donde el envejecimiento se ralentiza.

- En las imágenes tomadas al microscopio óptico de los tejidos tratados a tiempo 0 y tras periodos de exposición de 15, 30 y 45 días se ha observado que la pérdida de recubrimiento tras envejecimiento artificial es mayor cuanto menor gramaje aplicado en el tratamiento.
- La resina que presenta una mayor capacidad ligante, es decir, una mayor resistencia a la pérdida de recubrimiento tras envejecimiento artificial, una mayor solidez al frote en húmedo y una mayor resistencia al lavado y secado doméstico es la Resina AE. Esta Resina podrá ser utilizada en productos cuya aplicación final requiera de acabados permanentes.
- La Resina A, es idónea para aplicaciones en los que no esté expuesta a la luz solar, ya que sufre una degradación alta, pero no sufre degradaciones en el color.
- La solidez a la resistencia al frote en húmedo en los tratamientos con las tres resinas sin envejecer es buena, en las imágenes registradas al microscopio óptico no se observa ningún tipo de degradación en el recubrimiento. Se ha obtenido una menor solidez al frote en húmedo en los tratamientos de menor gramaje.

Los tratamientos con Resina AE con mayor gramaje posee una resistencia solidez al frote en húmedo mayor que el resto de resinas por lo que serán idóneos para productos que requieran de cierta manipulación.

- Respecto a la solidez del lavado y secado doméstico de los tratamientos con las tres resinas sin envejecer es buena, en las imágenes registradas al microscopio óptico no se observa ningún tipo de degradación en el recubrimiento. Al igual que en los resultados obtenidos de resistencia al frote en húmedo, se obtienen mejores solidez al lavado y secado doméstico en recubrimientos con mayor gramaje aplicado.

En concreto, los tratamientos con Resina AE tanto en bajos como altos gramajes aplicados, poseen una mayor resistencia al lavado y secado doméstico idóneos para productos que requieran de un acabado permanente.

- Respecto a la dureza, el tratamiento que mantiene más estable su dureza inicial es el correspondiente a la Resina A. Los tratamientos con Resina SBR y AE, las variaciones en la dureza son mayores.
- Los tratamientos con Resina SBR poseen una dureza shore A, una fuerza máxima mayor y una mayor flexibilidad.
- El envejecimiento acelerado afecta del mismo modo al total de los tratamientos en la fuerza máxima. Con la exposición UV, la resistencia a la rotura disminuye considerablemente en todos los casos. La flexibilidad de los tratamientos también se ve afectada con la exposición fluctuando, con una tendencia a perder flexibilidad en todos los tratamientos.

## **7. LÍNEAS FUTURAS.**

En el presente estudio comparativo del comportamiento al envejecimiento acelerado en tejidos de algodón-poliéster tratados con resinas de diferente naturaleza, queda abierta a una serie de líneas futuras de investigación que se enumeran a continuación:

- Sería interesante realizar un estudio de envejecimiento de los primeros 15 días de forma más detallada para conocer de forma más detallada la cinética de degradación.

- Realizar este mismo estudio con nuevas resinas polimerizadas con mayores propiedades mecánicas.
- Aditivar las resinas empleadas en el presente estudio con el objetivo de mejorar sus propiedades estudiadas.
- Realizar los mismos tratamientos exponiéndolos a un envejecimiento solar natural y comparar ambos envejecimientos. Obtener factor que relacione el envejecimiento acelerado artificial y el envejecimiento solar natural.

## **8. BIBLIOGRAFÍA.**

[1] Instituto Nacional de Estadística. < <https://www.ine.es/>> [Consulta: 12 de diciembre de 2018].

[2] COSTA, M.T. y DUCH, N. *La Renovación del sector textil-confección en España. Proceso de ajuste y contenido tecnológico en Revista Economía industrial.* <http://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/355/1PAG%20263-272.pdf> [Consulta: 11 de diciembre de 2019].

[3] MARSH, J. (1957). *Introducción al acabado textil: Aspectos más interesantes sobre el apresto y el acabado de los tejidos.* Barcelona: Editorial Reverté, S.A.

[4] *Apuntes asignatura color y coloración de materias textiles.* Máster Ingeniería textil 2017-2018. Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Campus Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia.

[5] CHOUDHURY, A. K. R. *Principles of Textile Finishing.* Woodhead Publishing, 2017.

[6] SINGHA, K. *A review on coating & lamination in textiles: processes and applications.* American Journal of Polymer Science, 2012, vol. 2, no 3, p. 39-49.

[7] BURLANDO, S. LOAYZA, A. APONTE, A. CALIZAYA, E. QUISPE, R. 2018 *Polímeros* en *blog.pucp.edu.pe.*, 18 de abril. <<http://blog.pucp.edu.pe/blog/qm2-202131/2018/04/22/polimeros/>> [Consulta: 8 enero de 2019].

[8] *Apuntes asignatura Tecnologías Textiles para Materiales Compuestos. Biocomposites y Green-Composites.* Máster Ingeniería textil 2017-2018. Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Campus Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia.

- [9] CONWAY, R. *Coating of textiles*. En Handbook of Technical Textiles (Second Edition). 2016. p. 211-229.
- [10] LÓPEZ RAMIREZ, S., ESTRADA MONJE, A. y HERRERA RESÉNDIZ, J. R. Copolimerización en Emulsión del Acrilato de Butilo y Estireno. *Conciencia Tecnológica en Ciencia Tecnológica* No. 50, Julio-Diciembre 2015: 32-37.
- [11] LÓPEZ MORENO, C. (2014). *Estudios de nuevos films de PMMA modificados con líquido iónico*. Proyecto. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- [12] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <[www.insht.es](http://www.insht.es)> [Consulta: 3 de enero de 2019]
- [13] Universidad de Barcelona.  
<<http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polimetil-metacrilato>> [Consulta: 3 de enero de 2019]
- [14] Quimica.es.<[www.quimica.es/enciclopedia/Metacrilato\\_%28pol%C3%ADmero%29.html](http://www.quimica.es/enciclopedia/Metacrilato_%28pol%C3%ADmero%29.html) > [Consulta: 18 diciembre de 2018].
- [15] *Apuntes asignatura aprestos y acabados*. Máster Ingeniería textil 2017-2018. Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Campus Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia.
- [16] Styrene-acrylic emulsion polymers.  
<<https://www.mcpolymers.com/library/styrene-acrylic-emulsion-polymers>> [Consulta: 4 de enero de 2019].
- [17] Merck México.  
<http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/CCESH/Fichas%20Seguridad/Acrilato%20de%20Butilo.pdf> [Consulta: 22 de enero de 2019]
- [18] MANTILLA, F. (2012). *Hidrocarburos aromáticos* en 12 de junio. <<http://hidrocarburos-tess.blogspot.com/2012/06/los-compuestos-aromaticos-senombran.html>> [Consulta: 8 enero de 2019].
- [19] Styrene acrylate emulsion. <<https://www.dow.com/en-us>> [Consulta: 14 de enero de 2019].

[20] Juárez, D., Balart, R., Ferrándiz, S. y García, D. (2013). *Estudio y análisis de los polímeros derivados del estireno- butadieno* en 3ciencia.

[21] M. (2013). *Tecnología de plásticos* en 28 de julio <<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/07/polimerizacion.html>> [Consulta: 14 de enero de 2018].

[22] OROZCO ESPINOSA, D. (2007). *Diseño y construcción de una cámara de envejecimiento acelerado por temperatura para polímeros*. Tesis. México: Instituto Politécnico Nacional.

[23] SAN ANDRÉS, M., CHÉRCOLES, R., DE LA RIOJA, J.M. y GÓMEZ, M. *Factores responsables de la degradación química de los polímeros. Efectos provocados por la radiación lumínica sobre algunos materiales utilizados en conservación: primeros resultados*. Proyecto 252/2008 financiado por la DGBBAA y el Ministerio de Cultura. Proyecto CTQ2010-20831 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. <<http://ccfib.mcu.es/patrimonio/docs/MC/POLYEVART/FactrespXIReinaSof.pdf> > [Consulta: 9 de enero de 2019].

[24] Envejecimiento artificial. Predicciones sobre el comportamiento de los materiales. < [https://www.binder-world.com/es/content/download/113910/3097340/file/2015\\_03\\_wp\\_Artificial-aging\\_ES.pdf](https://www.binder-world.com/es/content/download/113910/3097340/file/2015_03_wp_Artificial-aging_ES.pdf). > [Consulta: 23 de enero de 2019].

[25] Nyce Laboratorios. < <http://www.nycelaboratorios.com.mx/index.php/pruebas-de-envejecimiento-acelerado> [Consulta: 23 de enero de 2019].

[26] Envejecimiento y solidez a la luz. Breve guía. Qlab. < [http://lumaquin.com/biblioteca/archivos/2011\\_11\\_QLAB\\_%20LW6000\\_3\\_OK.pdf](http://lumaquin.com/biblioteca/archivos/2011_11_QLAB_%20LW6000_3_OK.pdf)> [Consulta: 24 de enero de 2019].

[27] Cromatografía de gases <<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8247/4/T3gascromat.pdf>> [Consulta: 11 de marzo de 2019]

[28] Temperatura mínima filmógena. < <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/control-pintura/temperatura-minima-filmogena-mfft>> [Consulta: 8 de enero de 2019].

[29] Dureza Persoz.

<[https://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/theory/physical-properties/es/Intro\\_Dureza.pdf](https://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/theory/physical-properties/es/Intro_Dureza.pdf)> [Consulta: 8 de enero de 2019].

[30] Determinación de la viscosidad de un líquido. <<https://dredgarayalaherrera.files.wordpress.com/2016/07/practica-1.pdf>> [Consulta: 12 de enero de 2019].

[31] Abrasion and wear testing. <<http://www.abrasiontesting.com/abrasion-testing-instruments/taber-crockmeter-crock-meter/>> [Consulta: 3 de enero de 2019].

[32] UNE EN ISO 105 J01:2000. Ensayos de solidez del color. Parte J01: Principios generales para la medición del color de superficies (ISO 105-J01:1997).

[33] Manual de operación QUVmeter Accelerated Wheathering Testter UVA-340.

[34] Durómetro Baxlo Shore A.

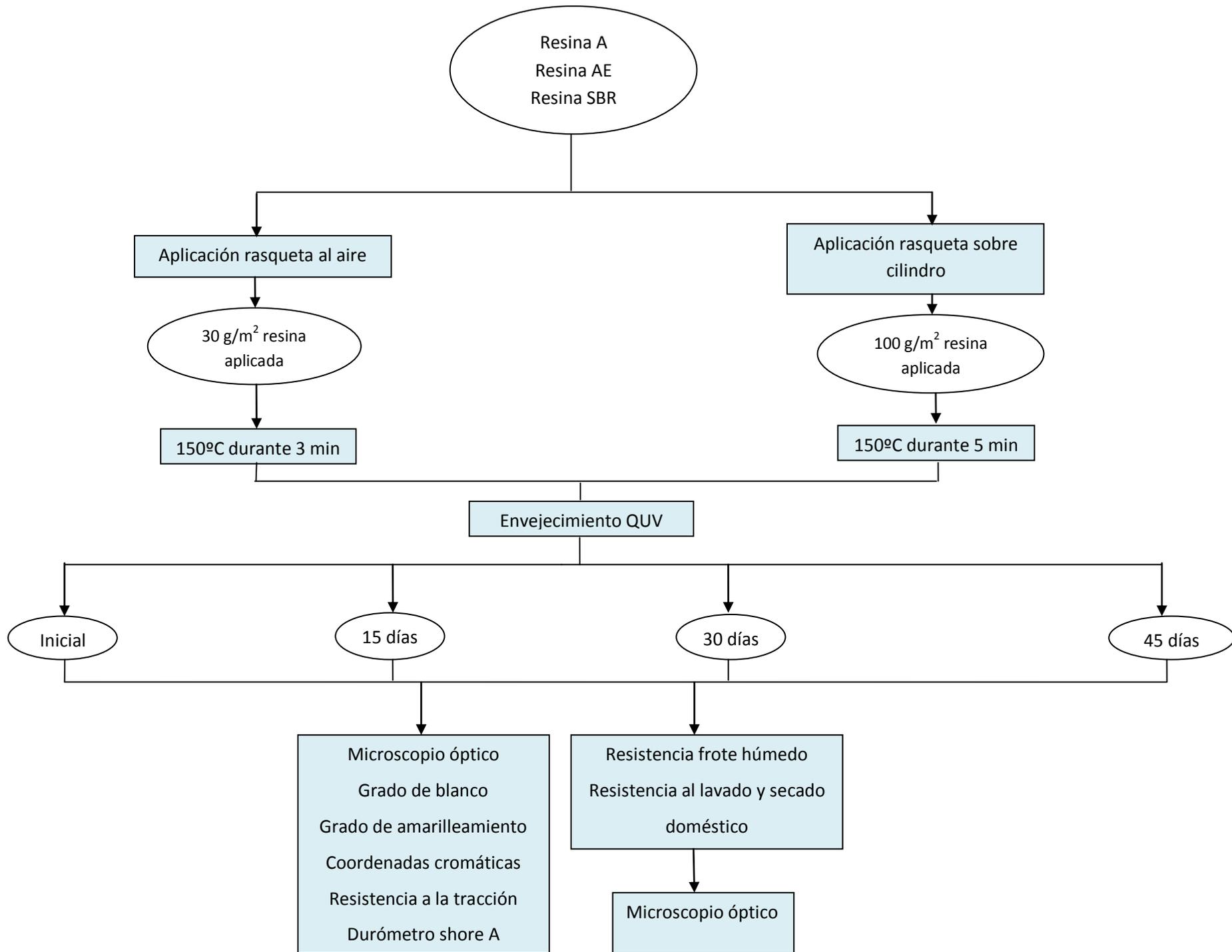
<[https://www.raig.com/tienda/medicion-y-precision/instrumentacion-industrial/durometros/durometro-baxlo-shore-a-ref.53505-au?gclid=Cj0KCCQiA\\_4jgBRDhARIsADezXcgxdCkbvgZF4NNAmEzHDGF28how\\_5Yx9YGuysMUMxAFsYJ5t6veAvgaAqYGEALw\\_wcB](https://www.raig.com/tienda/medicion-y-precision/instrumentacion-industrial/durometros/durometro-baxlo-shore-a-ref.53505-au?gclid=Cj0KCCQiA_4jgBRDhARIsADezXcgxdCkbvgZF4NNAmEzHDGF28how_5Yx9YGuysMUMxAFsYJ5t6veAvgaAqYGEALw_wcB)> [ Consulta: 5 de enero de 2019]

[35] UNE EN ISO 868:2003. Plásticos y ebonita. Determinación de la dureza de indentación por medio de un durómetro (dureza Shore).

[36] KUN, L., MURARIU, A.C., BIRDEANU, A.-V. y KUN, K. N. (2014). *Development of an experimental program for optimizing of process parameters used in high frequency welding of PVC coated PE fabrics* en *Welding & Material Testing* - BID ISIM, ISSN 1453-0392. 3. 3-8.

## **ANEXO 1**

En el anexo 1 se recoge el diagrama de flujo de los ensayos realizados en el presente estudio.



## **ANEXO 2**

En el presente anexo se recogen las fichas técnicas de las emulsiones facilitadas por la empresa Laiex S.L.

---

## RESINA A

---

**RESINA A** es una dispersión acuosa de un copolímero de ésteres acrílicos, exenta de alquilfenoles etoxilados (APEO), plastificantes y con muy baja emisión de formaldehído.

El producto **RESINA A** se utiliza en la industria textil como adhesivo en diferentes aplicaciones.

### CARACTERISTICAS TECNICAS

		MÉTODO
Sólidos totales (%):	55 ± 1	I-10-31
Viscosidad Brookfield RVT a 23°C (sp. 2/50 rpm, mPa·s):	50 – 300	I-10-32
pH:	5,0 ± 1,0	I-10-33
Temperatura mínima de formación de film (TMFF) (°C):	0	I-10-43
Aspecto de la película:	Transparente y flexible	
Peso específico a 20°C (g/cm <sup>3</sup> ):	1,05 – 1,10	I-10-52
Sistema emulsionante:	Aniónica - no iónica	

### APLICACIONES

La resina **RESINA A**, se ha diseñado especialmente para su utilización como adhesivo de flocado, también es apto para su uso como adhesivo en el pegado de tejidos diversos en la industria textil.

**RESINA A** es una emulsión con muy buena solidez al lavado y buena resistencia a la fricción, tanto en seco como en húmedo.

Para una correcta utilización del producto sobre un soporte textil, nuestra recomendación es en primer lugar aplicar un proceso de secado para la total eliminación del agua y a continuación proceder al proceso de reticulación durante 3 min. a 140-150°C.

### SUMINISTRO

El producto **RESINA A** se expende en cisterna de 12 y 24 t. y contenedores de 1.000 Kg.

### ALMACENAMIENTO

**RESINA A** debe almacenarse a temperaturas comprendidas entre 5 y 40°C; en los recipientes originales preservándolos del frío intenso y alejados de fuentes de calor. Los envases deben mantenerse herméticamente cerrados para evitar la formación de una película superficial, debido a la evaporación de agua. Si se mantienen estas condiciones, el producto conserva sus propiedades por un periodo aproximado de seis meses.

---

## RESINA A

---

### **SEGURIDAD E HIGIENE**

**RESINA A** no es tóxico, peligroso ni inflamable, en condiciones normales de manipulación. Este producto no contiene ninguna sustancia dañina que conlleve, bajo la actual regulación, a tomar ningún tipo de medida adicional en cuanto a su etiquetado.

Se recomienda su uso sin medidas especiales de seguridad, sólo las normas legales de salud e higiene laboral y las medidas adicionales derivadas del uso racional de la manipulación de sustancias químicas.

Existen hojas de seguridad del producto a disposición del cliente.

"Las informaciones, recomendaciones, diseños y sugerencias ofrecidas por LAIEX, verbalmente o por escrito, son proporcionadas exclusivamente de modo orientativo, debido a los muchos factores ajenos al control de LAIEX, los cuales son susceptibles de afectar a los procesos, aplicaciones o usos del producto, siendo necesario realizar por el usuario las comprobaciones pertinentes a efecto de determinar la idoneidad de los productos en relación con el particular uso que se desea. Las indicaciones proporcionadas por LAIEX no eximen al usuario de su obligación de revisar las fichas técnicas y hojas de seguridad, así como nuestros folletos informativos. Ninguna garantía de cualquier tipo, sea ésta implícita o explícita, incluyendo las garantías implícitas de comerciabilidad, aptitud/capacidad para un uso particular, deben ser identificadas como una concesión de licencia para infringir derechos derivados de patentes vigentes. En cualquier caso, las descripciones, datos y diseños aquí reflejados, no deben ser entendidos en caso alguno, como elementos integrantes de nuestras condiciones de ventas. El usuario acepta y manifiesta conocer que ninguno de las descripciones y datos suministrados por LAIEX, deben considerarse como asunción de obligaciones y/o responsabilidades de dicha mercantil, con relación a la obtención de los resultados pretendidos en usos particulares del producto; resultados que son aceptados por el usuario bajo su responsabilidad."

---

## RESINA AE

---

**RESINA AE** es una dispersión acuosa de un copolímero a base de ésteres acrílicos y estireno, libre de alquilfenoles etoxilados (APEO) y formaldehído.

**RESINA AE** se utiliza en la industria de la estampación textil con pigmentos, tanto en estampación plana como rotativa.

### CARACTERISTICAS TECNICAS

		MÉTODO
Sólidos totales (%):	50 ± 1	I-10-31
Viscosidad Brookfield RVT a 23°C (sp.4/20 rpm, mPa·s):	1.500-6.000	I-10-32
pH:	8,5 ± 0,5	I-10-33
Temperatura mínima de formación de film (TMFF) (°C):	0	I-10-43
Peso específico a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> ):	0,98 – 1,04	I-10-52
Sistema emulsionante:	Aniónica - No iónica	

### APLICACIONES

**RESINA AE** es una emulsión con muy buena solidez al lavado y buena resistencia a la fricción tanto en seco como en húmedo.

La resina **RESINA AE** está especialmente indicado para la estampación tanto en color blanco como multicolor, para la estampación a piezas sobre tejido de punto de algodón o sobre licras, en donde se requiere una mano suave y muy buena elasticidad.

**RESINA AE** presenta buenas propiedades de formulación y aceptación de pigmentos favoreciendo un excelente desarrollo del color.

Para una correcta utilización del producto sobre un soporte textil, nuestra recomendación es en primer lugar aplicar un proceso de secado para la total eliminación del agua y a continuación proceder al proceso de reticulación durante 3 min. a 140-150°C.

### SUMINISTRO

El producto **RESINA AE** se suministra en contenedores de 1.000 Kg. y en cisternas

### ALMACENAMIENTO

**RESINA AE** debe almacenarse a temperaturas comprendidas entre 5 y 40°C; en los recipientes originales preservándolos del frío intenso y alejados de fuentes de calor. Los envases deben mantenerse herméticamente cerrados para evitar la formación de una película superficial, debido a la evaporación de agua. Si se mantienen estas condiciones, el producto conserva sus propiedades por un periodo aproximado de seis meses.

---

## RESINA AE

---

### SEGURIDAD E HIGIENE

**RESINA AE** no es tóxico, peligroso ni inflamable, en condiciones normales de manipulación. Este producto no contiene ninguna sustancia dañina que conlleve, bajo la actual regulación, a tomar ningún tipo de medida adicional en cuanto a su etiquetado.

Se recomienda su uso sin medidas especiales de seguridad, sólo las normas legales de salud e higiene laboral y las medidas adicionales derivadas del uso racional de la manipulación de sustancias químicas.

Existen hojas de seguridad del producto a disposición del cliente.

"Las informaciones, recomendaciones, diseños y sugerencias ofrecidas por LAIEX, verbalmente o por escrito, son proporcionadas exclusivamente de modo orientativo, debido a los muchos factores ajenos al control de LAIEX, los cuales son susceptibles de afectar a los procesos, aplicaciones o usos del producto, siendo necesario realizar por el usuario las comprobaciones pertinentes a efecto de determinar la idoneidad de los productos en relación con el particular uso que se desea. Las indicaciones proporcionadas por LAIEX no eximen al usuario de su obligación de revisar las fichas técnicas y hojas de seguridad, así como nuestros folletos informativos. Ninguna garantía de cualquier tipo, sea ésta implícita o explícita, incluyendo las garantías implícitas de comerciabilidad, aptitud/capacidad para un uso particular, deben ser identificadas como una concesión de licencia para infringir derechos derivados de patentes vigentes. En cualquier caso, las descripciones, datos y diseños aquí reflejados, no deben ser entendidos en caso alguno, como elementos integrantes de nuestras condiciones de ventas. El usuario acepta y manifiesta conocer que ninguno de las descripciones y datos suministrados por LAIEX, deben considerarse como asunción de obligaciones y/o responsabilidades de dicha mercantil, con relación a la obtención de los resultados pretendidos en usos particulares del producto; resultados que son aceptados por el usuario bajo su responsabilidad."

---

## RESINA SBR

---

El **RESINA SBR** es una dispersión acuosa de un copolímero de estireno-butadieno carboxilado, destinado a la industria textil

El **RESINA SBR** ha sido especialmente diseñado para la preparación de compuestos para el reverso de moquetas tufting para césped artificial.

### CARACTERISTICAS TECNICAS

		<u>METODO</u>
Aspecto:	Blanco lechoso	Visual
Sólidos totales (%):	52,5 ± 1,0	I-10-31
Viscosidad Brookfield RVT a 23°C (# 2/50 rpm, mPa·s):	100 - 800	I-10-32
pH:	8,0 ± 1,0	I-10-33
Temperatura mínima de formación de film (TMFF) (°C):	4 ± 2	I-10-43
Contenido en estireno en polímero (%):	55	
Sistema emulsionante:	Aniónico-no iónico	

### APLICACIONES

El **RESINA SBR** está destinado en particular para la preparación de compuestos para el reverso de moquetas tufting para césped artificial.

El **RESINA SBR** permite obtener:

- Fuerzas de arrancamiento del tuft elevadas.
- Rapidez de secado y baja absorción de agua.
- Buena estabilidad dimensional.
- Buena flexibilidad del reverso a bajas temperaturas.

El **RESINA SBR** se formula con facilidad, presenta muy buena aceptación de cargas y un débil poder espumante, propiedades que contribuyen a hacer particularmente fáciles las operaciones de preparación de compuestos.

### SUMINISTRO

El **RESINA SBR** se expende en cisterna de 12 y 24 t. y contenedores de 1.000 Kg.

---

## RESINA SBR

---

### ALMACENAMIENTO

El **RESINA SBR** debe almacenarse a temperaturas comprendidas entre 5 y 40°C; en los recipientes originales preservándolos del frío intenso y alejados de fuentes de calor. Los envases deben mantenerse herméticamente cerrados para evitar la formación de una película superficial, debido a la evaporación de agua. Si se mantienen estas condiciones, el producto conserva sus propiedades por un periodo aproximado de seis meses.

### SEGURIDAD E HIGIENE

El **RESINA SBR** no es tóxico, peligroso ni inflamable, en condiciones normales de manipulación. Este producto no contiene ninguna sustancia dañina que conlleve, bajo la actual regulación, a tomar ningún tipo de medida adicional en cuanto a su etiquetado.

Se recomienda su uso sin medidas especiales de seguridad, sólo las normas legales de salud e higiene laboral y las medidas adicionales derivadas del uso racional de la manipulación de sustancias químicas.

Existen hojas de seguridad del producto a disposición del cliente..

"Las informaciones, recomendaciones, diseños y sugerencias ofrecidas por LAIEX, verbalmente o por escrito, son proporcionadas exclusivamente de modo orientativo, debido a los muchos factores ajenos al control de LAIEX, los cuales son susceptibles de afectar a los procesos, aplicaciones o usos del producto, siendo necesario realizar por el usuario las comprobaciones pertinentes a efecto de determinar la idoneidad de los productos en relación con el particular uso que se desea. Las indicaciones proporcionadas por LAIEX no eximen al usuario de su obligación de revisar las fichas técnicas y hojas de seguridad, así como nuestros folletos informativos. Ninguna garantía de cualquier tipo, sea ésta implícita o explícita, incluyendo las garantías implícitas de comerciabilidad, aptitud/capacidad para un uso particular, deben ser identificadas como una concesión de licencia para infringir derechos derivados de patentes vigentes. En cualquier caso, las descripciones, datos y diseños aquí reflejados, no deben ser entendidos en caso alguno, como elementos integrantes de nuestras condiciones de ventas. El usuario acepta y manifiesta conocer que ninguno de las descripciones y datos suministrados por LAIEX, deben considerarse como asunción de obligaciones y/o responsabilidades de dicha mercantil, con relación a la obtención de los resultados pretendidos en usos particulares del producto; resultados que son aceptados por el usuario bajo su responsabilidad."

---

## ESPESANTE A

---

El **ESPESANTE A** es un espesante acrílico, neutralizado, de alta viscosidad.

### CARACTERISTICAS TECNICAS

		<u>METODO</u>
Sólidos totales (%):	11,00 ± 1,0	I-10-31
Viscosidad Brookfield RVT a 20°C (sp 6/20 rpm, mPa·s):	17.000 – 35.000	I-10-32
pH:	8,0 ± 1,0	I-10-33
Peso específico a 20°C (g/cm <sup>3</sup> ):	0,97 – 1,03	I-10-52
Tipo de dispersión:	Aniónica	

### APLICACIONES

EL **ESPESANTE A** se utiliza como agente espesante, en la fabricación de compuestos a base de látex SBR y caucho natural (NR), entre otras aplicaciones. Para que el espesante desarrolle toda su actividad el medio debe tener pH alcalino.

Con pequeñas cantidades de **ESPESANTE A** se consiguen considerables aumentos de viscosidad de la formulación, con el carácter de una viscosidad estructural, evitándose generalmente con ello, la formación de suero, es decir, la separación de líquido en la superficie del sistema espesado.

### SUMINISTRO

EL **ESPESANTE A** se expende en bidones de 120 Kg.

### ALMACENAMIENTO

EL **ESPESANTE A** debe almacenarse a temperaturas comprendidas entre 5 y 40°C; en los recipientes originales preservándolos del frío intenso y alejados de fuentes de calor. Los envases deben mantenerse herméticamente cerrados para evitar la formación de una película superficial, debido a la evaporación de agua. Si se mantienen estas condiciones, el producto conserva sus propiedades por un periodo aproximado de seis meses.

---

## ESPESANTE A

---

### SEGURIDAD E HIGIENE

El **ESPESANTE A** no es tóxico, peligroso ni inflamable, en condiciones normales de manipulación. Este producto no contiene ninguna sustancia dañina que conlleve, bajo la actual regulación, a tomar ningún tipo de medida adicional en cuanto a su etiquetado.

Se recomienda su uso sin medidas especiales de seguridad, sólo las normas legales de salud e higiene laboral y las medidas adicionales derivadas del uso racional de la manipulación de sustancias químicas.

Existen hojas de seguridad del producto a disposición del cliente.

"Las informaciones, recomendaciones, diseños y sugerencias ofrecidas por LAIEX, verbalmente o por escrito, son proporcionadas exclusivamente de modo orientativo, debido a los muchos factores ajenos al control de LAIEX, los cuales son susceptibles de afectar a los procesos, aplicaciones o usos del producto, siendo necesario realizar por el usuario las comprobaciones pertinentes a efecto de determinar la idoneidad de los productos en relación con el particular uso que se desea. Las indicaciones proporcionadas por LAIEX no eximen al usuario de su obligación de revisar las fichas técnicas y hojas de seguridad, así como nuestros folletos informativos. Ninguna garantía de cualquier tipo, sea ésta implícita o explícita, incluyendo las garantías implícitas de comerciabilidad, aptitud/capacidad para un uso particular, deben ser identificadas como una concesión de licencia para infringir derechos derivados de patentes vigentes. En cualquier caso, las descripciones, datos y diseños aquí reflejados, no deben ser entendidos en caso alguno, como elementos integrantes de nuestras condiciones de ventas. El usuario acepta y manifiesta conocer que ninguno de las descripciones y datos suministrados por LAIEX, deben considerarse como asunción de obligaciones y/o responsabilidades de dicha mercantil, con relación a la obtención de los resultados pretendidos en usos particulares del producto; resultados que son aceptados por el usuario bajo su responsabilidad."