

# EFFECTOS DE LA TRACCIÓN MECÁNICA SOBRE EL SOPORTE TEXTIL DE UNA ANTIGUA OBRA PICTÓRICA DE GRAN FORMATO

## Effects of Mechanical Traction on Textile Surface of Old, Large-Format Pictorial Artwork

Judith Fothy<sup>1</sup>, Daniel Saulino<sup>1</sup>, Claudio Arenas<sup>2</sup>, Elida B. Hermida<sup>3</sup>, Ana Morales<sup>1</sup>

### RESUMEN

La intervención sobre antiguas obras de gran formato involucra, entre otras operaciones, el estudio mecánico del soporte textil. El objetivo de este trabajo es evaluar la resistencia mecánica de la tela pintada que oficia de telón de boca en el teatro “El Círculo” de la ciudad de Rosario en la provincia de Santa Fe, Argentina. Se presenta una moderna metodología experimental que facilitó el estudio de la repuesta mecánica de las fibras de tela sometidas a una tracción uniaxial, a velocidad de deformación constante. El efecto de la tracción sobre las diferentes probetas de tela se determinó a través del esfuerzo mecánico que soporta la trama, así como también mediante la observación de los cambios en la estructura del tejido bajo microscopía óptica.

Se presentan los resultados obtenidos mediante la utilización de esta técnica y se sugieren futuros cursos de investigación.

**Palabras clave:** telón de boca, resistencia mecánica, envejecimiento, trama, urdimbre.

### ABSTRACT

The intervention of old, large-format works of art involves, among other operations, the mechanical study of the textile surface. The objective of this work is to evaluate the mechanical resistance of the painted canvas serving as the stage curtain of “El Círculo” Theater in Rosario, a city in the province of Santa Fe, Argentina. Modern experimental methodology is presented which facilitated the study of the mechanical response of cloth fibers under uniaxial traction at a constant strain rate. The effect of traction on different samples of canvas cloth was determined, on the one hand, through the mechanical effort supported by the weft and, on the other hand, by observing the changes in the weave structure through optic microscopy.

Results are presented through the use of this technique and future lines of research are suggested.

**Key words:** stage curtain, mechanical resistance, aging, weft, warp.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones sobre el Patrimonio Cultural, Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. judithfothy@gmail.com; saulinodaniel@yahoo.com.ar; anitamo40@gmail.com

<sup>2</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Argentina. carenas25@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto Sabato (UNSAM-CNEA), Escuela de Ciencia y Tecnología (USNAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina. eherrida@unsam.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

El telón de boca del teatro “El Círculo” de Rosario, provincia de Santa Fe (Argentina) es una obra de gran formato, pintada mediante la técnica de *gouache*<sup>4</sup> por el artista y escenógrafo italiano Giuseppe Carmignani<sup>5</sup>, en 1904 (Figura 1). Esta magnífica pintura sobre tela fue concebida, simultáneamente, como elemento decorativo y función de la escena teatral y ha sido admirada por el público durante más de un siglo. En el 2009 la dirección del teatro “El Círculo” promovió su recuperación y puesta en valor como pieza artística-histórica con el objetivo de seguir utilizando esta obra de arte como dispositivo funcional, en la apertura y cierre de sus funciones (Fothy et al. 2013).

### Antecedentes históricos

Los estudios históricos (Fothy et al. 2013: s.p.) en relación con el contexto de la obra (Dizionario Biografico degli Italiani 1977) señalan que:

“Carmignani llegó a Buenos Aires a fines del siglo XIX, época que encontraba a la Argentina con una situación económica próspera y con un debate creciente sobre la conformación de un estado nacional. Bajo esta perspectiva, el arte debía acompañar los cambios políticos y sociales y fue considerado una herramienta para ‘civilizar’ y educar en el ‘buen gusto’.

Los modelos a imitar fueron principalmente Francia e Italia, que se convirtieron en los referentes culturales en el camino de la modernización en nuestro país. Muchos artistas locales partieron a Italia para formarse a la manera tradicional o para conocer las nuevas tendencias. A su vez Argentina recibió artesanos y pintores italianos que se instalaban en forma definitiva o que solo permanecían durante un período de tiempo determinado, como Giuseppe Carmignani, quien trabajó en Buenos Aires y en Rosario entre 1896 y 1911.

El artista fue contratado por el empresario y propietario del edificio, Emilio Schiffner, para realizar las decoraciones del plafón de la sala y de la bocina de la boca de escena.

Probablemente el mismo contrato incluyera la realización del telón; de ser así, la ejecución se habría concretado entre 1903 y 1904, año de inauguración del teatro.

Por otra parte, era habitual entre estos artistas trabajar con un repertorio de imágenes y modelos decorativos de obras ya conocidas, en general francesas, alemanas e italianas. El telón del teatro El Círculo, por ejemplo, es prácticamente igual al telón pintado por Battista Borghesi para el Teatro Regio de Parma en 1828, con una gran escena mitológica-alegórica propia del gusto neoclásico. Carmignani había trabajado en el Teatro Regio antes de llegar a Buenos Aires; por ello es muy probable que conociera ese telón y que hubiera convenido con el mismo Schiffner tomar al telón de Borghesi como referencia iconográfica”.

### Antecedentes estéticos

Sinopoli (2007: 76-78), en el capítulo dedicado al telón de Giuseppe Carmignani, señala que

<sup>4</sup> Técnica pictórica en que los pigmentos están mezclados con una carga y aglutinados con goma arábiga. Es soluble en agua. De acabado opaco y aterciopelado.

<sup>5</sup> Carmignani trabajó en el Teatro Regio de Parma y colaboró con Giovanni Zuccarelli en el Teatro de la Scala de Milán en 1893. Llegó a Buenos Aires en 1896 y en mayo de 1898 fue nombrado profesor en la Academia de la Sociedad Estímulo de Bellas Artes. Pintó el telón de boca del Teatro Coliseo (Buenos Aires) y en 1903 fue contratado para decorar el Teatro Ópera de Rosario. En la cúpula pintó medallones con figuras alegóricas intercaladas con retratos de Mozart, Verdi, Wagner, Donizetti, entre otros y también fue el artífice de la alegoría de la música pintada en la boca del escenario (Sinopoli 2007).

“(…) la obra de Carmignani representa una alegoría de la música y las artes escénicas, conocida como *El triunfo de Palas* (de Minerva o de la Sabiduría), para la cual tomó como modelo la imagen del telón del Teatro Regio de Parma, Italia, obra del destacado pintor y escenógrafo Giovanni Battista Borghesi, concebida en 1828 en homenaje a la duquesa María Luisa de Parma, segunda esposa de Napoleón.

La composición de la obra se articula en una gran escena que convoca a la mitología clásica, en una reunión de personajes relacionados con las

artes, desplegada en una superficie que supera los 150 m<sup>2</sup>.

A la derecha, sobre las nubes que circundan el Olimpo, sentada en su trono está Palas –vale decir Minerva para los romanos o María Luisa, para los parmesanos– con sus emblemas: la lechuza, el pájaro sagrado de la diosa, el olivo y la lanza. La rodean la justicia armada con la espada, la paz con la rama de olivo, y la abundancia con la cornucopia. A un costado se ubica Hércules con la lira y su mujer Deianira con la maza en el regazo. La gloria y la inmortalidad



**Figura 1.** Telón de boca del teatro “El Círculo” de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina (Fotografía: Liberal, L. 2012).  
*Stage curtain of “El Círculo” Theater in Rosario, a city in the province of Santa Fe, Argentina (Photograph: Liberal, L. 2012).*



**Figura 2.** Elementos iconográficos que componen el telón de boca en su margen derecho, sobre las nubes del Olimpo (Fotografía: Liberal, L. 2012; modificado CNCR).  
*Iconographic elements on the right-hand side of the stage curtain, over the clouds of the Olympus (Photograph: Liberal, L. 2012; modified CNCR).*

la sobrevuelan, al igual que las horas, que unidas en un círculo, simbolizan la eternidad como en una escena dantesca. Detrás, en la lejanía un conjunto de músicos instrumentistas y cantantes avanza en una procesión de homenaje de un pueblo a la soberana que ha entendido su espíritu y aspiraciones [Figura 2].

A la izquierda sobre el monte Parnaso bajo un bosquedo de laureles, Apolo-Orfeo tañe la lira en honor a la diosa triunfante y encanta al león sumiso a sus pies. A sus espaldas las tres gracias y a la derecha, en un plano posterior, los grandes poetas: Píndaro, Ovidio, Homero, Virgilio y Dante. Entre los árboles se esconde el fauno Marsias, vencido por Apolo en una competencia

musical. En un peñasco más bajo, tres de las nueve musas con el cabello ceñido con guirnalda de laurel y sus símbolos en mano: Melpómene, con el puñal (la tragedia), Talía con la máscara (la comedia), Euterpe con la lira (la música). En un primer plano las musas Clío, Urania, Terpsícore, Caliope, Erato y Polisemia rodean a Pegaso que va a levantar vuelo [Figura 3].

El paisaje de carácter arcádico, tiene en el último plano una lejana visión de la sagrada ciudad egipcia de Tebas o la gloriosa Parma. Por encima de todo, en el firmamento, Iris traza el arco de colores que simboliza los buenos augurios (...).

La significación histórica del telón del teatro “El Círculo” así como el desafío excepcional que



**Figura 3.** Elementos iconográficos que componen el telón de boca en su margen izquierdo, sobre el monte Parnaso (Fotografía: Liberal, L. 2012; modificado CNCR).  
*Iconographic elements on the left-hand side of the stage curtain, over Mount Parnassus (Photograph: Liberal, L. 2012; modified CNCR).*

comporta la restauración de un objeto artístico en uso, plantean grandes exigencias teóricas y prácticas, que desbordan las fronteras disciplinares como se mostrará en este trabajo.

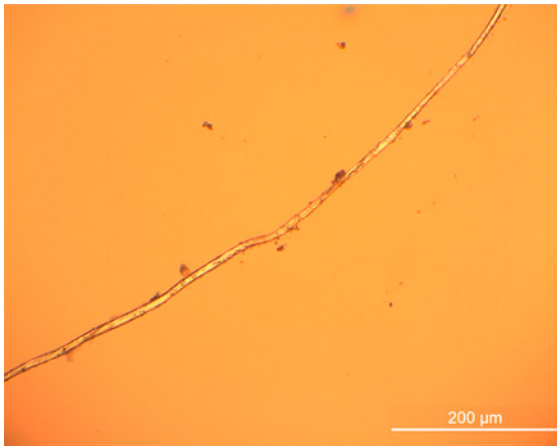
## Aspectos técnicos

El deterioro de la obra se relaciona de modo directo con su uso y con la técnica pictórica empleada. En efecto, el movimiento periódico de ascenso y descenso de la pieza, su exposición a un medio ambiente fluctuante de humedad relativa y temperatura y la técnica del *gouache* generan el deterioro de su respuesta mecánica. La elección del procedimiento de conservación de la obra debe

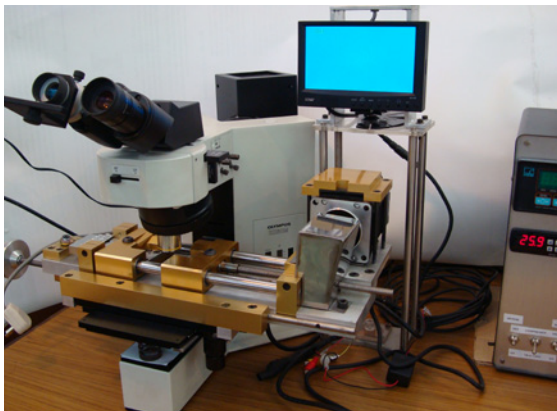
responder entonces a las características de la pintura, a su estructura y también a las exigencias de uso de la pieza, cumpliendo con los requerimientos de conservación-restauración actuales (Berger 1981).

El soporte de la pintura es una tela de lino formada por 20 franjas verticales cosidas a máquina por su orillo. La obra mide 12 m de altura x 13,5 m de ancho y su peso total es de  $48 \pm 2$  kg. La capa pictórica de *gouache* ha sido dispuesta sobre una fina capa de preparación a base de sulfato de calcio, cuyo espesor promedio es de aproximadamente  $450 \mu\text{m}$ .

En cuanto a la tela usada como soporte pictórico se determinó por observación microscópica que fibras de lino conforman los hilos (Hall y Davies 1968 [1951]). El ligamento es de tipo tafetán con un cruce



**Figura 4.** Fibra de lino del telón, en 200X con luz transmitida (Fotografía: Morales, A. 2012).  
*Linen fiber of stage curtain, at 200X with transmitted light (Photograph: Morales, A. 2012).*



**Figura 5.** Minimáquina de ensayo sobre la platina del microscopio. En el ocular izquierdo, vemos el montaje para posicionar la cámara fotográfica (Fotografía: Arenas, C. 2013).  
*Mini testing machine on the microscope's plate. In the left ocular, we see the mount to position the photographic camera (Photograph: Arenas, C. 2013).*

de fibras 1 x 1 y la torsión de los hilos en “Z” (Hollen et al. 1987). La relación trama/urdimbre es de 14 x 18 h/cm<sup>2</sup>, con una densidad de 32 h/cm<sup>2</sup>.

Muestras de trama y urdimbre se procesaron con agua desmineralizada para lavar y aislar fibras textiles, para con posterioridad realizar un extendido longitudinal sobre un portaobjetos que permitiera su observación en un microscopio óptico con luz transmitida (Greaves y Saville 1995). De esta manera se confirmó que las fibras del lino se encontraban en un estado frágil, fragmentadas y presentaban alteraciones en su superficie (Figura 4). Por último se midió el tamaño de las fibras, obteniéndose una longitud media de 1.550 µm y un ancho medio de 14 µm.

El sistema de montaje está compuesto por dos largueros de madera de 5 x 10 cm de sección, 14 m de longitud y un peso aproximado de 20 kg cada uno. El telón está clavado al travesaño superior y en la parte inferior tiene un bolsillo que alberga al otro larguero, es decir, que los clavos soportan aproximadamente 68 kg. A su vez, ambos largueros están fijados a unos tensores de cable de acero laterales anclados en el piso y en el techo, que evitan esfuerzos de torsión y permiten la apertura del escenario “a la alemana”, también llamada de “guillotina”<sup>6</sup>.

El movimiento periódico de ascenso y descenso no controlado, accionado de forma manual mediante aparejos, junto a un medioambiente que presenta bruscas variaciones de humedad, temperatura y corrientes de aire variables, debió acelerar el deterioro mecánico de la capa pictórica, ya afectada por el uso a lo largo del tiempo (Berger y Russell 1990).

La intervención de esta obra de gran complejidad<sup>7</sup>, planteó desde el comienzo la necesidad de efectuar pruebas sobre diversos prototipos con la idea de evaluar la resistencia mecánica del soporte, cuyos resultados ayudaron a decidir entre la aplicación de un procedimiento de refuerzo o uno de entelado (Carr et al. 2003).

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología experimental para estudiar las propiedades mecánicas de las muestras del telón.

<sup>6</sup> La investigación acerca de la época y donde se comenzó a utilizar este procedimiento para el uso de telones y los antecedentes históricos de cómo este uso llegó a la ciudad de Rosario está en curso.

<sup>7</sup> Sobre los distintos aspectos a considerar en la intervención de este tipo de bienes patrimoniales se pueden consultar las siguientes páginas Web: <http://www.curtainswithoutborders.org/>; <http://www.westlakeconservators.com/theatercurtaininfo.html>.

Esta metodología se centra en la realización de ensayos de tracción a velocidad de deformación constante y la observación simultánea de las modificaciones estructurales del tejido mediante microscopía óptica por reflexión. Este método permitió observar la anisotropía trama-urdimbre, determinar la resistencia mecánica de las fibras constitutivas del hilado y el efecto del consolidante elegido para aportar cohesión a los pigmentos (Berger y Zeliger 1973).

## MÉTODO EXPERIMENTAL

### Selección y preparación de las muestras

Se evaluaron 12 probetas pertenecientes al refuerzo superior del telón expuesto al mismo proceso de envejecimiento. Sin embargo, este refuerzo no soporta peso y por lo tanto podemos concluir que está protegido del estrés mecánico.

Se ensayaron probetas en ambos sentidos (trama y urdimbre) de las siguientes telas:

1. Tela del refuerzo del borde superior del telón, con preparación de sulfato de calcio. Se ensayaron muestras con y sin perforaciones de las tachuelas de sujeción.
2. La misma tela que en el caso anterior, a la que se agregó la preparación de sulfato de calcio impregnado con Klucel® G<sup>8</sup> al 2% en alcohol etílico.
3. Muestra extraída del borde lateral del telón, es decir, sometida a esfuerzos de tracción.

La selección de las muestras tuvo un doble propósito. Por un lado, comprobar la resistencia mecánica de las fibras del telón mediante los ensayos de tracción; y por el otro, evaluar si las impregnaciones con materiales celulósicos o la carga de preparación le otorgaban a la tela mayor resistencia.

## Montaje del experimento

Cuando se somete una tela a una fuerza externa de tracción se genera una tensión –estrés– en este material, considerado típicamente elástico que produce deformaciones. Estas causan un aumento en la longitud (L) de la tela que se incrementa hasta un valor (L+ΔL). La relación (ΔL/L), representa la medida de la deformación que sufrió la tela (Berger y Russell 1987).

Para aplicar el esfuerzo a la tela se utilizó una minimáquina de tracción desarrollada ad hoc. Esta máquina de ensayo ejerce tracción sobre la tela con una velocidad constante, de 1 mm por minuto, con el propósito de analizar el comportamiento mecánico exclusivamente en función de la deformación de la tela. En la Figura 5 se aprecian las partes de la minimáquina montada sobre la platina de un microscopio de reflexión marca Olympus modelo BX60M<sup>9</sup>.

Para asegurar la constancia de velocidad, independientemente de la resistencia de la tela, se utilizó un motor (M) de a pasos, alimentado con un sintetizador de funciones; la frecuencia de la señal de excitación del motor se fija según la velocidad del ensayo. Una vez lograda la constancia de velocidad en el eje del motor, este acciona una caja de engranajes (E) cuya función es reducir la velocidad sobre el tornillo sinfín (T), con el objetivo de ejercer una tracción lineal [x(t)] sobre la muestra. La fuerza aplicada a través de estos mecanismos se mide continuamente mediante una celda de carga (C) que envía la medida de fuerza [F(t)] a la consola de control.

<sup>8</sup> Consolidante a base de hidroxipropilcelulosa que otorga cohesión a las partículas de pintura (marca registrada por Hercules Inc.USA).

<sup>9</sup> Microscopio óptico con campo claro/oscurito que permite visualizar la forma en que la trama-urdimbre evoluciona durante la aplicación de esfuerzos mecánicos de tracción, similares a los que se aplican al telón.

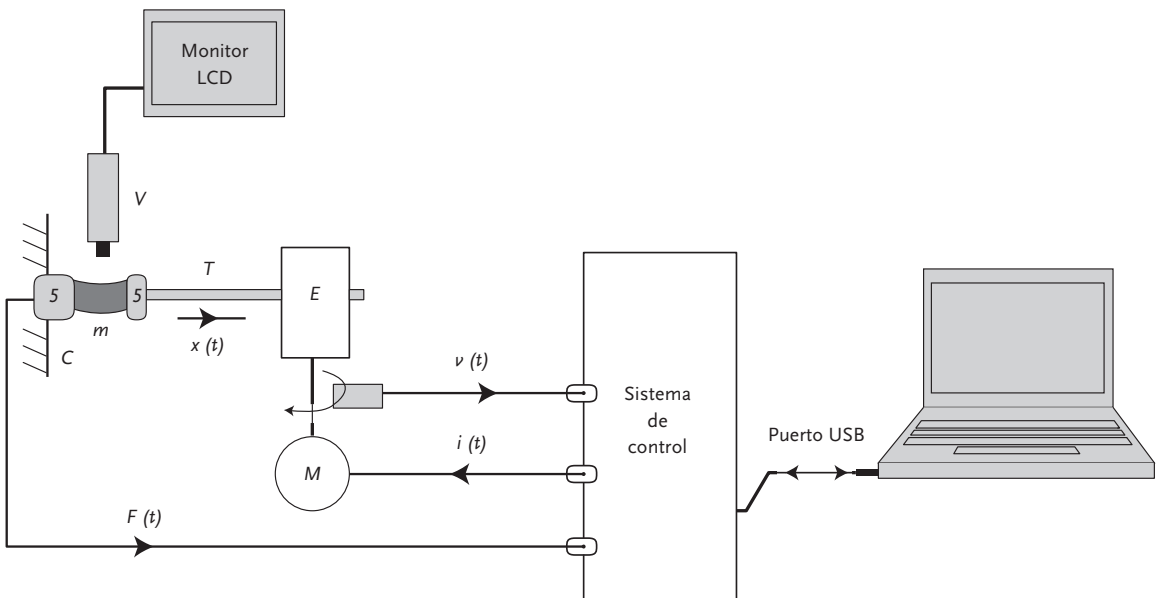
En la Figura 6 se desarrolla el diagrama en bloque de este sistema de control: se observa que las muestras de tela (m) se aseguran mediante dos mordazas: una a la celda de carga (C) y desde el otro lado al cabezal de tracción. Cada muestra o probeta tiene un ancho de 10 mm y una longitud de 60 mm. Con este montaje se pudo correlacionar la respuesta mecánica con la evolución de la microestructura de la tela durante el ensayo de tracción uniaxial, en las direcciones de la trama y la urdimbre.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Mediante este método se generaron datos experimentales que, volcados en un gráfico de fuerza por unidad de longitud versus tiempo, permitieron obtener un parámetro de la carga denominado “resistencia de la tela”; y al mismo tiempo observar la deformación que experimentan las fibras hasta su rotura.

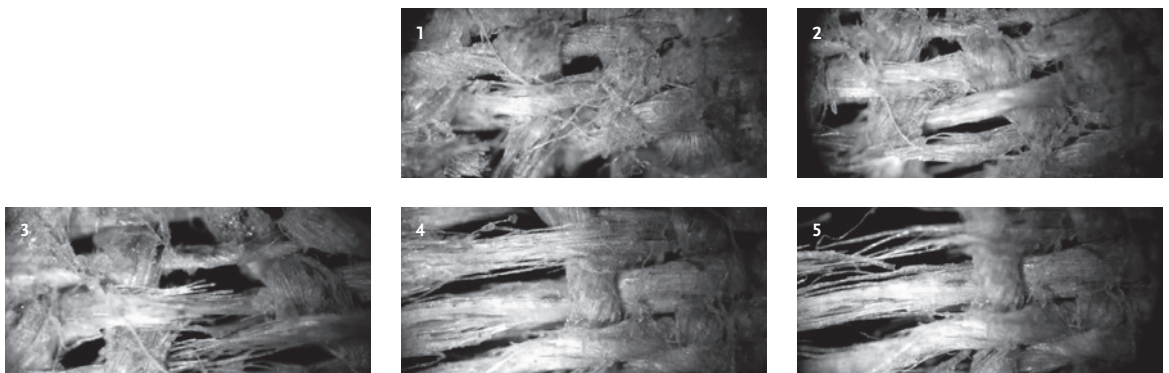
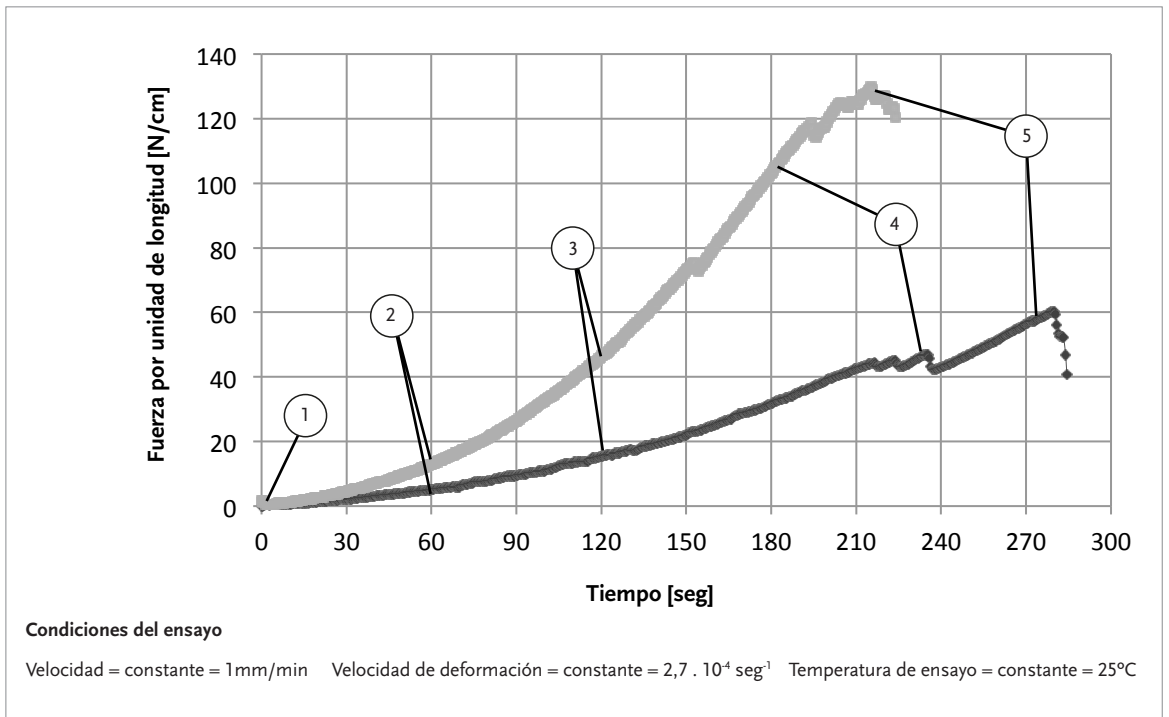
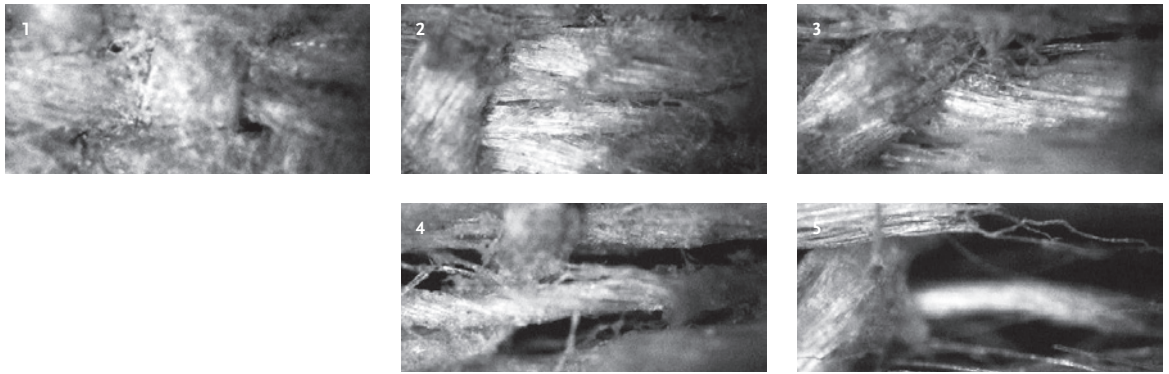
A continuación se presentan los resultados mediante gráficos de fuerza por unidad de longitud versus tiempo, generados a partir del promedio de valores de fuerza resultantes del ensayo de cuatro muestras:

- En la Figura 7 se comparan dos muestras: una probeta sin orificios (curva superior) y otra con un orificio generado por una tachuela empleada para la sujeción del telón (curva inferior). Se muestran imágenes que ilustran la evolución del proceso de rotura. Así se logra correlacionar la aparición repetitiva de crestas y valles en la curva de tracción, con la evolución de la morfología de urdimbre y trama. En efecto, el material se acomoda para incrementar su resistencia mecánica mientras avanza la aplicación de la carga, hasta que se llega a la carga máxima, a partir de la cual comienza la rotura de la tela.
- Al comienzo de la curva de tracción, la pendiente de la curva correspondiente a la muestra sin orificio es mayor que la de la muestra con orificio; dicha pendiente es el módulo tensil, que representa la rigidez de la muestra.

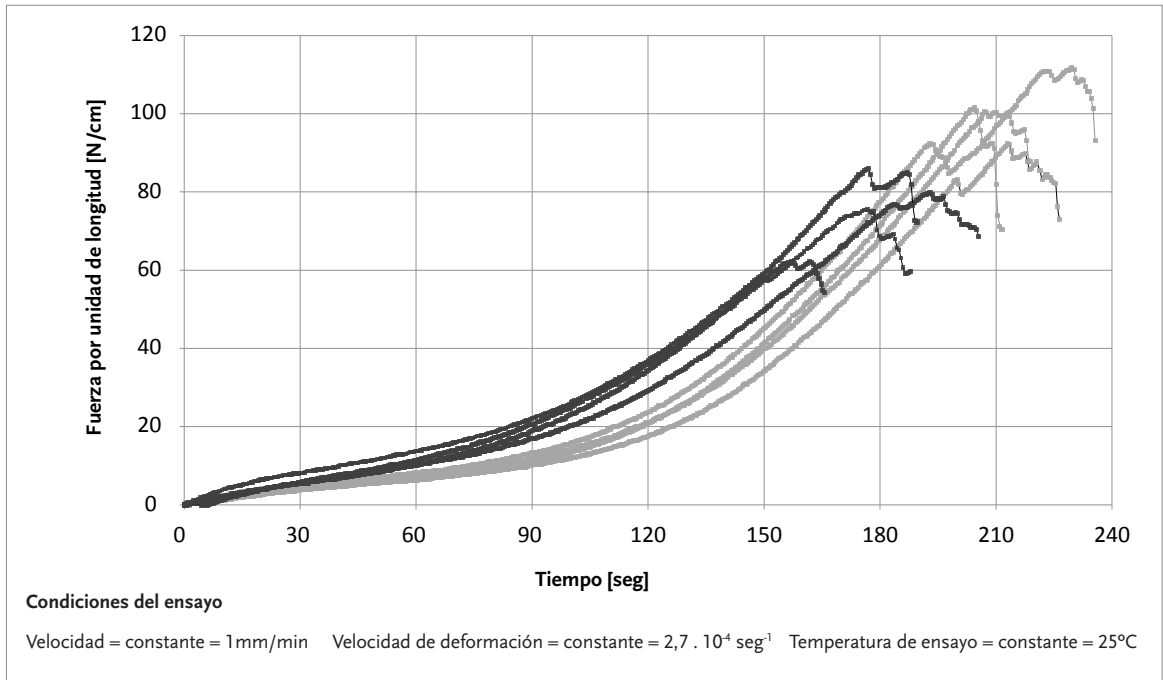


**Figura 6.** Diagrama en bloque que sintetiza el funcionamiento de la minimáquina, donde: (V) microscopio con cámara CCD acoplada; (C) celda de carga; (m) probeta; (T) transductor taquimétrico; (E) caja de engranajes; (M) motor (Elaboración: Saulino, D. 2013). *Block diagram that synthesizes the functions of the mini machine, with the following definitions: (V) microscope with attached CCD camera; (C) loading cell; (m) sample; (T) tachometric transducer; (E) gear box; (M) motor (Prepared by: Saulino, D. 2013).*

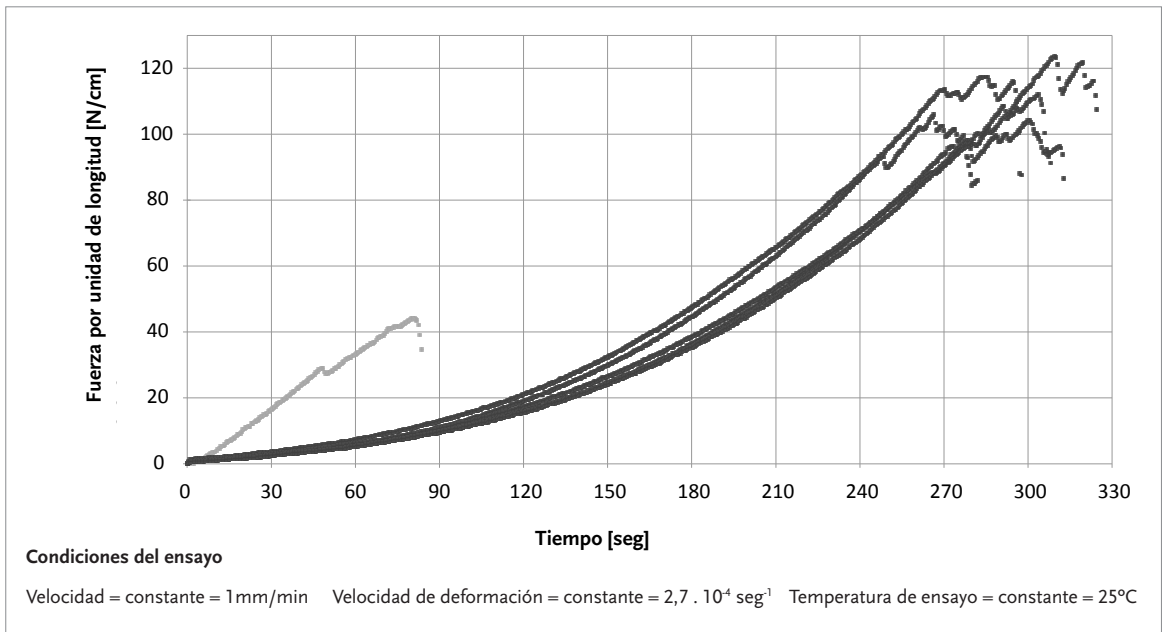




**Figura 7.** Correlación de curvas de tracción versus imágenes de video, obtenidas a una magnificación 100X. Imágenes superiores corresponden a probeta sin orificio; imágenes inferiores a probeta con orificio (Fotografías y curvas: Arenas, C. 2013).  
 Correlated traction curves versus video images obtained by 100X magnification. Upper images belong to sample experimentation unit without orifice; lower images to sample experimentation unit with orifice (Photographs and curves: Arenas, C. 2013).



**Figura 8.** Respuesta mecánica representativa de cuatro ensayos realizados sobre el refuerzo del borde superior, en el sentido de la urdimbre. Las curvas con menor resistencia corresponden a muestras con Klucel® G y las de mayor resistencia a muestras sin impregnación (Elaboración: Arenas, C. 2013).  
*Mechanical response representing four analyses performed on the reinforcement of the upper border trim, in warp direction. The curves with less resistance are samples with Klucel® G and those with higher resistance are samples without impregnation (Prepared by: Arenas, C. 2013).*



**Figura 9.** A la derecha se observa la curva de tracción representativa de cinco ensayos realizados sobre el refuerzo del borde superior que no estaba sometido a esfuerzos mecánicos. Se compara con la respuesta mecánica de una muestra tomada del borde del telón, afectada por el uso (Elaboración: Arenas, C. 2013).  
*On the right, one observes the traction curve representing five tests performed on the reinforced upper border not subjected to any mechanical efforts. It is compared with the mechanical response of a sample taken from the border of the curtain, affected by use (Prepared by: Arenas, C. 2013).*

Es decir, que la rigidez de la muestra se ve severamente afectada por la presencia del orificio. Otro parámetro importante que se obtiene de la curva de tracción es el área bajo la curva de tracción hasta el punto de rotura de la muestra. Esta área es proporcional a la energía por unidad de volumen requerida para romper la muestra; a dicha energía se la denomina tenacidad. Del análisis de la Figura 7 resulta que la muestra con el orificio es mucho menos tenaz, esto es, requiere mucho menos energía mecánica para romperse, que la muestra sin orificio.

- Las curvas de tracción muestran que se producen caídas paulatinas en la fuerza (diente de sierra en la última porción de las curvas) a medida que se van produciendo alteraciones en la trama, es decir, que la rotura de la tela no es catastrófica. De esta forma, una inspección visual detallada en las zonas con orificios para la sujeción del telón permitiría detectar futuros deterioros.
- En la Figura 8 se observan las curvas que permiten establecer el efecto de la impregnación de la tela con Klucel® G al 2% en alcohol etílico. Los resultados indican que la impregnación produjo una disminución de la resistencia mecánica (máximo de la curva) en comparación con las muestras a las que no se les aplicó el producto. Además el área bajo la curva es menor en el caso del agregado de Klucel® G, es decir, que se requiere menos energía mecánica para producir la rotura de la tela impregnada.
- En la Figura 9 se muestra un gráfico que resulta del ensayo de una sola probeta perteneciente al telón, de tela original pintada y sometida al estrés de 100 años de uso, tomada en la zona central del borde lateral izquierdo, en el sentido de la urdimbre. Este se compara con curvas de tracción representativas del comportamiento a la tracción del refuerzo del borde superior, en el sentido de la urdimbre, y por este motivo, libre de tensiones. Se midieron cinco muestras que arrojaron baja dispersión, por lo que se muestra solo una para facilitar la comparación visual. Se observa que la muestra del telón sometido a estrés mecánico, rompe de modo catastrófico al llegar a un límite comprendido entre 40 y 50 N/cm,

mientras que las muestras de la misma antigüedad y especie, preservadas del estrés, rompen al aplicar esfuerzos entre 100 y 120 N/cm.

## CONCLUSIONES

1. La filmación de la microscopía óptica permitió obtener imágenes de los cambios en la morfología de la tela, con ellas se logró una mejor comprensión de los fenómenos que originan las variaciones de las curvas de tracción uniaxial, aun desde los primeros momentos del ensayo. Estas observaciones facilitaron la correlación entre la caída del esfuerzo mecánico y la rotura de las fibras individuales durante la prueba.
2. La minimáquina de ensayo permitió analizar las propiedades mecánicas de las probetas. Se logró determinar el módulo tensil, la carga máxima por unidad de longitud y la energía requerida para la rotura de la muestra y, simultáneamente, observar el proceso de deformación y rotura de las fibras. La técnica desarrollada ayudó a determinar el estado mecánico del soporte de esta obra y así adoptar un mejor criterio para el proceso de restauración. En particular se estableció el cambio del refuerzo superior, fragilizado por las perforaciones provocadas por las tachuelas de fijación. En efecto, las perforaciones de las tachuelas de sujeción actúan como concentradores de tensión, por lo que se requiere menor esfuerzo mecánico y menor energía mecánica para producir la rotura de la tela.
3. Las impregnaciones con material celulósico dejaron en evidencia que las muestras embebidas con Klucel® G al 2% en alcohol etílico fragilizan la tela. En una primera aproximación explicativa es posible sostener que este fenómeno podría deberse a la deshidratación provocada por el alcohol etílico; sin embargo, la explicación de esta anomalía excede los propósitos de este trabajo y tendrá que ser abordada más adelante.
4. Por último, y de acuerdo con los resultados analizados, se podría concluir que el telón

está en condiciones de seguir funcionando sin refuerzo alguno. No obstante, se decidió agregar un refuerzo adicional para preservarlo del estrés provocado por los bruscos movimientos a los que seguirá expuesto. Sin duda fue una acción preventiva que se sustenta en el hecho de que la probeta sometida a estrés mecánico, ocasionado por 100 años de uso, debilitó el material notablemente respecto del mismo material envejecido, pero ubicado en el

soporte, es decir, en aquella zona que no estuvo sometido a esfuerzos mecánicos (ver Figura 7). Aun considerando ese debilitamiento, la homogénea distribución del peso del telón en todo su ancho, garantizada por una distribución equidistante de las tachuelas de sujeción, se obtiene un valor de carga por unidad de longitud de 0,35 N/cm, bastante menor que los máximos valores medidos en todos los ensayos.

## REFERENCIAS CITADAS

BERGER, G. 1981. The Role of Tension in the Preservation of Canvas Painting: a Study of Panoramas. *ICOM-CC Preprints, 6th Triennial Meeting*, pp.81-83. ICOM Committee for Conservation, Ottawa, Canada.

BERGER, G. y RUSSELL, W.H. 1987. Some Conservation Treatments in the Light of the Latest Stress Measurements (Preliminary Report). *ICOM-CC Preprints, 8th Triennial Meeting*, pp. 127-136. ICOM Committee for Conservation, Sidney, Australia.

BERGER, G. y RUSSELL, W.H. 1990. Deterioration of Surfaces Exposed to Environmental Changes. *Journal of the American Conservation Institute*, 29(1): 45-76.

BERGER, G. y ZELIGER, H. 1973. Effects of Consolidation Measures on Fibrous Materials. *Bulletin of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*, 14(1): 43-65.

CARR, D., YOUNG, C., PHENIX, A. y HIBBERD, R. 2003. Development of a Physical Model of a Typical Nineteenth-Century English Canvas Painting. *Studies in Conservation*, 48(3): 145-154.

*Dizionario Biografico degli Italiani*. 1977. Volumen 20. Roma, Italia: Istituto della Enciclopedia Italiana. Recuperado de: [http://www.treccani.it/enciclopedia/giuseppe-carmignani\\_\(Dizionario-Biografico\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/giuseppe-carmignani_(Dizionario-Biografico)/) [30 agosto 2013].

FOTHY, J., SAULINO, D., MORALES, A., FILIP, M. y LIBERAL, L. 2013. Restauración telón teatro El Círculo. *La Bohème*, ene 15. Recuperado de: <http://www.phrosario.com.ar/restauracion-telon-teatro-el-circulo/> [15 octubre 2014].

GREAVES, P. y SAVILLE, B.P. 1995. *Microscopy of textile fibres*. Oxford, U.K.: Royal Microscopical Society, Bios Scientific Publishers Limited.

HALL, C.E.M. y DAVIES, M.S.T. 1968 [1951]. *Identificación de fibras textiles* (R. Areal Guerra, Trad., 1ª ed. español). Barcelona, España: Blume.

HOLLEN, N., SADDLER, J. y LANGFORD, A. 1987. *Introducción a los textiles*. México D.F., México: Limusa.

SINOPOLI, P. 2007. El telón de Giuseppe Carmignani. En P. Sinopoli, *Teatro El Círculo Rosario*, pp. 71-80. Rosario, Argentina: Borsellino impresos.