



## **CORRECCIÓN DE DEFORMACIONES EN LIBROS MEDIANTE EMPAQUETADO AL VACÍO: METODOLOGÍA Y ENSAYOS REALIZADOS.**

## **CORRECTION OF DEFORMATIONS IN BOOKS THROUGH VACUUM PACKAGING: METHODOLOGY AND TESTS CARRIED OUT.**

### **Autores:**

Carla Delgado Alonso. Universidad Complutense de Madrid. [cardel05@ucm.es](mailto:cardel05@ucm.es)

Javier Tacón Clavaín. Universidad Complutense de Madrid. [jtaconcl@ucm.es](mailto:jtaconcl@ucm.es)

### **Resumen:**

Cuando un libro se ha mojado y se efectúa su secado al aire, mediante oreo, generalmente queda muy deformado. En las páginas siguientes se describe un método de corrección de las deformaciones mediante empaquetado al vacío de tres ejemplares de material original. El objetivo principal del estudio no es demostrar la eficiencia del método para corregir las deformaciones, lo cual ya teníamos comprobado y publicado, sino determinar si el método puede ser aplicado con seguridad en libros en cuyas páginas se han realizado tratamientos de consolidación con adhesivos acuosos, evaluando el riesgo de adhesión de estas páginas tratadas entre sí.

### **Abstract:**

When a book has been wet and is air-dried, it became generally very deformed. The following pages describe a method of correcting deformations by vacuum packaging of three copies of original material. The main objective of the study is not to demonstrate the efficiency of the method to correct deformations, which we had already verified and published, but to determine if the method can be safely applied in books on whose pages have been carried out consolidation treatments with aqueous adhesives, to evaluate the risk of adhesion of these treated pages to each other.

**Palabras clave:** Conservación de libros, restauración de libros, alisado

**Keywords:** Book conservation, book restoration, flattening.



## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La aplicación del empaquetado al vacío al mundo de bibliotecas y archivos fue desarrollada por Nicholas Hadgraft y Stuart Welch en la segunda mitad de la década de los 90 (Hadgraft y Welch , 1999). El sistema se ofreció inicialmente como un método para disminuir el volumen de almacenamiento en colecciones de periódicos sin encuadernar, debido a su compactación. Otro uso derivado de este tipo de empaquetado es la introducción de un pequeño volumen de nitrógeno en el paquete para ralentizar el envejecimiento de los materiales (Bicchieri, et al. 2000). Pero el uso más interesante desde nuestro punto de vista es el "Squelch Drying" o secado de libros afectados por inundaciones, que se utilizó para la recuperación de un gran número de libros tras las inundaciones que afectaron a Praga en 2002 (Willoughby , 2002). Posteriormente se utilizó para el secado de libros afectados por el tsunami en Japón en 2011, donde se vio que era más adecuado para el secado de agua marina, quedando menos sal en el papel (Tanimura, 2015). El método consiste en el empaquetado al vacío, en bolsa de plástico, del libro junto a papeles secantes, los cuales no se intercalan entre las hojas, sino que se sitúan en el exterior. A base de intercambiar los papeles secantes en empaquetados sucesivos, se logra el secado completo de los libros mojados (Tacón, 2008). El método se basa en la rapidez con la que la humedad pasa del libro al papel seco debido a la baja presión. Pero el vacío no inhibe el desarrollo de hongos (Balliu, et al. 2021).

Una de las ventajas de este método de secado, es que el libro no sufre deformaciones importantes, como es el caso de los libros secados al aire, ya que durante el secado se encuentra firmemente cerrado gracias al vacío . Esto nos llevó a la pregunta de si un libro gravemente deformado, podría volver a su forma original por medio de este sistema, mediante su humectación previa y posterior secado por empaquetado al vacío. Previamente teníamos la experiencia de la reversión de las deformaciones mediante una ligera humectación del libro seguida de su prensado durante varias semanas, o incluso meses, hasta que el libro estuviera seco. Si funcionara el sistema de empaquetado sería más rápido y podría aplicarse a mayor cantidad de ejemplares a la vez. Comenzamos a aplicar el empaquetado a libros deformados y el resultado

fue positivo. Publicamos el proceso de restauración de uno de estos ejemplares (Tacón, 2023), (Delgado, 2023).

En estas primeras aplicaciones del sistema, el alisado se realizaba previamente a las reparaciones efectuadas en el cuerpo del libro, al suponer que existe un riesgo de pegado de las hojas entre sí tras la humectación del adhesivo y su secado bajo la presión del vacío. No obstante, habíamos oído sobre la posible facultad del empaquetado al vacío de impedir el pegado de las hojas entre sí en libros impresos sobre papeles estucados, por lo que decidimos evaluar la posibilidad de realizar el alisado de libros que ya hubieran sido objeto de reparaciones en sus hojas. Para ello hicimos las pruebas que siguen.



**Fig. 1: Estado inicial y final de un libro con deformación corregida por prensado**



**Fig. 2: Estado inicial y final de un libro con deformación corregida por empaquetado al vacío**



## **PRUEBA DE CORRECCIÓN DE DEFORMACIONES POR EMPAQUETADO AL VACÍO EN LIBROS QUE HAN SIDO INTERVENIDOS CON ADHESIVOS DE CONSERVACIÓN.**

### **1. Objetivos y metodología.**

Los dos objetivos generales que se plantean para el estudio son, en primer lugar, comprobar si el procedimiento de corrección de deformaciones por empaquetado al vacío previa humidificación de los volúmenes impresos puede realizarse en condiciones de seguridad cuando los libros que se someten a este tratamiento han sido previamente tratados mediante actuaciones de conservación directa que impliquen el uso de adhesivos. Además, se pretende evaluar el comportamiento durante el proceso de humidificación y posterior empaquetado al vacío de los adhesivos en las distintas concentraciones que habitualmente se emplean en el departamento de conservación.

Además de estos objetivos principales, y aprovechando las características diversas de los libros que han sido objeto de estudio, se han planteado otros objetivos específicos que permitan valorar la funcionalidad del método de corrección de deformaciones en casos concretos. Como objetivos secundarios se pretende definir un tanto por ciento de aumento del peso de los ejemplares durante su humidificación que sea suficiente para que el procedimiento de empaquetado al vacío cumpla la función de revertir las deformaciones y no produzca riesgos para la estabilidad de los materiales que componen los libros y su encuadernación. Utilizando como referencia ejemplar de prueba N°1, se han analizado los riesgos de la aplicación del tratamiento en encuadernaciones flexibles de pergamino en relación con la posibilidad de encogimiento del material durante el proceso y para determinar si las tintas manuscritas y los elementos sustentados diferentes a las tintas de impresión sufren modificaciones visibles durante el proceso de humectación y secado.

Para la investigación se utilizan tres ejemplares de prueba de material original, realizando ensayos con materiales y procedimientos que son habituales en los tratamientos de consolidación y estabilización de los soportes de papel. En todos los ejemplares de prueba se han utilizado los mismos parámetros en cuanto a materiales

(adhesivos y materiales de refuerzo), técnicas de aplicación y tipo de reparaciones. Así mismo, los niveles de humidificación y los ajustes del proceso de empaquetado al vacío han sido semejantes. El registro de las incidencias, los resultados y la evaluación de los procedimientos se ha recogido en tablas en las que se han podido anotar los datos extraídos durante todo el proceso, elaborando un informe en el que se detallan los datos y las conclusiones generadas en base a los resultados obtenidos.

## 2. Estudio realizado

### 2.1. Selección de ejemplares:

Se han empleado tres libros encuadernados de diferentes dataciones y materiales constitutivos. Cada uno de ellos se ha identificado con un número del 1 al 3, en orden cronológico según su fecha de impresión. Los libros 2 y 3 son de expurgo, mientras que el primero pertenece a los fondos de la Biblioteca Histórica de la UCM, siendo una edición cuadruplicada en la colección.

En cada ejemplar se han aplicado tratamientos de consolidación o reapresto, adhesión de refuerzos y laminación completa utilizando dos adhesivos diferentes, almidón de trigo y Tylose MH 300P, en concentraciones distintas. Mediante una tabla de control hecha para cada uno de los ejemplares, se han recogido datos acerca de las características e identificación del libro, la foliación de las páginas en las que se han llevado a cabo las intervenciones y el esquema de su localización dentro de la hoja. Tanto las operaciones de reapresto como las de refuerzo se han realizado en tres hojas seguidas, para evaluar la interacción entre ellas durante el tratamiento.

EJEMPLAR 1	EJEMPLAR 2	EJEMPLAR 3
Pedro Morote Pérez; Antigüedad y blasones de la ciudad de Lorca. 1741 (Murcia). - Descripción: impreso sobre papel verjurado. Encuadernación de pergamino flexible. Tinta manuscrita y sellos en guardas y portada.	Francisco Javier Conde; Revista de estudios políticos Vol.23. / (Dir.) 1949 (Madrid). - Descripción: Impreso sobre papel de pasta mecánica. Holandesa con el lomo en piel y los planos de tela. Nervios falsos, lomo curvo y cajo.	VVAA; Los premios Pulitzer de novela. 1970 (Barcelona) - Descripción física: Impreso sobre papel biblia. Encuadernación de tapa suelta y lomo recto con cubierta de guaflex. Intervenido anteriormente para sustituir el lomo por uno de tela.



**Fig. 3: Descripción de los ejemplares empleados para el estudio.**

Para evaluar el comportamiento de las tintas y el pergamino como material de la encuadernación se ha utilizado el ejemplar 1 realizando sobre las páginas con tinta manuscrita mediciones de la actividad corrosiva de las tintas y toma de imágenes mediante ampliación óptica de diferentes trazos que servirán para compararlas con las que se realicen una vez terminado el tratamiento. Para evaluar la actividad corrosiva de las tintas manuscritas se han empleado tiras impregnadas de batofenantrolina (Iron Indicator Paper de Preservation Equipment Ltd.). Este tipo de análisis ofrece resultados cualitativos acerca de la concentración de iones de Fe II, principales catalizadores de las reacciones de deterioro de las tintas ferrogálicas.

## **2.2. Proceso de humidificación**

El proceso de humidificación de los ejemplares se ha efectuado en una cámara de humidificación casera preparada en cubos de plástico. En el fondo del cubo se vierte 1 litro de líquido (70% agua, 30% etanol) y los libros se colocan apoyados en el lomo sobre una rejilla soportada por una estructura que la mantenga separada del líquido. A continuación, se cubre el cubo o cubeta con una tapa, preferiblemente transparente para controlar el proceso.

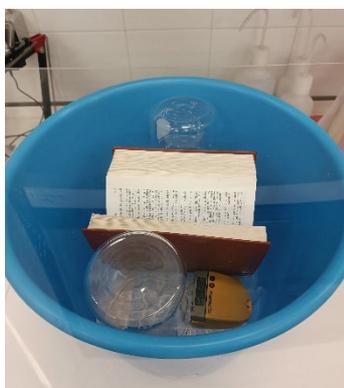
Sobre la rejilla, en cada una de las cámaras se coloca un *datalogger* programado para tomar medidas de humedad y temperatura cada hora. El control del grado de

humectación que alcanzan los libros se realiza pesándolos cada veinticuatro horas, y tomando como referencia el peso de cada ejemplar en seco, antes de comenzar el proceso de humidificación.

Identificación	Peso inicial (gr.)	Peso humectación	% de humectación	Periodo de humectación
Ejemplar 1	1201.5	1260.4	4.90	7 días
Ejemplar 2	690.3	724.6	4.95	4 días
Ejemplar 3	852.2	891.7	4.63	8 días

**Fig. 4**

**Proceso de humidificación y resumen de los datos extraídos.**



En experiencias anteriores, comprobamos que con un 5% de aumento de humedad respecto al peso del ejemplar antes de la humidificación, se consiguen revertir las deformaciones tanto del cuerpo del libro como de su encuadernación tras el empaquetado al vacío. En estos ejemplares de prueba, que no presentan deformaciones, pretendemos comprobar que con ese 5% adicional de humedad no se producen adhesiones entre las hojas tratadas con adhesivos.

### **2.3. Proceso de secado y corrección de deformaciones por empaquetado al vacío.**

Para el secado y alisado por empaquetado al vacío es indispensable preparar con anterioridad el material de protección necesario para cada libro. Se utiliza un tejido antiadherente que envuelva todo el libro por el exterior y que proteja el espacio entre la contratapa y la guarda volante. Se colocan dos papeles secantes en el interior de las tapas para evitar deformaciones en el cajo y absorber humedad de interior de las

tapas y diez secantes del tamaño de las tapas colocados por el exterior de cada una de ellas. Se prepara el mismo número de secantes para realizar los cambios necesarios durante el secado. Todo el conjunto se envuelve en una tira de plástico fino para inmovilizarlo y que no se descoloque durante el proceso de empaquetado. El primer empaquetado se realiza a una presión de 35 mbar. y los siguientes empaquetados, hasta llegar al peso original de los libros, se realizarán a 50 mbar., cambiando entre cada empaquetado los secantes por otros secos y pesando el ejemplar para el control de su secado.



**Fig. 5 Materiales de protección - Ejemplar 3.**

**Fig. 6 Empaquetado al vacío - Ejemplar 3.**

El pesaje, cambio de secantes y el reempaquetado se lleva a cabo cada veinticuatro horas hasta alcanzar un peso aproximado al original. Una vez el peso está próximo al anterior al tratamiento, los libros se extraen del empaquetado y se mantienen entre tableros y presión ligera hasta que el peso es prácticamente el mismo que antes de iniciar todo el proceso.

Identificación	Peso ejemplar humectado	Peso final	Periodo de secado
EJEMPLAR 1	1260.4	1187.6	4 días
EJEMPLAR 2	724.6	698.8 / 692.9 (con peso)	6 días + 15 días con peso
EJEMPLAR 3	891.7	870.6 / 858,9	11 días + 8 dias con peso

**Proceso de secado y resumen de los datos extraídos.**

#### 4. Resultados y conclusiones

Mediante los estudios realizados sobre los tres ejemplares se ha podido comprobar que el uso del método de humidificación y secado para la eliminación de deformaciones en libros encuadernados que han sido tratados previamente mediante algún procedimiento de conservación directa que implique el uso de adhesivos, puede llevarse a cabo en condiciones de seguridad. En ninguno de los ejemplares se han producido adhesiones entre las páginas tratadas y en todos los casos, los dos adhesivos utilizados; almidón de trigo y Tylose MH 300P en diferentes concentraciones, se han comportado de manera semejante. Las intervenciones de consolidación y los refuerzos permanecen adheridos en su emplazamiento y, tras el empaquetado al vacío, siguen cumpliendo su función sin interferir en la estabilidad de las páginas contiguas.

Realizar este procedimiento sobre libros previamente tratados no siempre es necesario o imprescindible, no obstante, contar con esta posibilidad permite consolidar previamente soportes debilitados por acción de microorganismos que, en otro orden de actuaciones, pueden sufrir pérdidas o roturas. Así mismo, posibilita la opción de llevar a cabo actuaciones provisionales previas a la consolidación del papel, como el despegado de soportes o fragmentos que se encuentran adheridos entre sí, utilizando adhesivos y refuerzos que pueden ser provisionales o definitivos. Por último, ofrece la posibilidad de tratar, con anterioridad al proceso de eliminación de deformaciones del conjunto, los pliegues o arrugas más marcados del papel mediante consolidaciones puntuales, lo que evita que estos pliegues se marquen más o produzcan nuevas deformaciones durante el proceso de alisado.

Los resultados de la aplicación del método de secado por empaquetado al vacío en la encuadernación de pergamino flexible (ejemplar 1), han determinado que existe un riesgo elevado de que se produzcan deformaciones y arrugas marcadas en el lomo que son difíciles de evitar mediante la colocación de materiales de protección, por lo que este procedimiento de eliminación de deformaciones queda desaconsejado para encuadernaciones de estas características. Sin embargo, los resultados obtenidos en este mismo ejemplar en cuanto al comportamiento de las diferentes tintas manuscritas y estampadas han demostrado que el procedimiento empleado no afecta a la

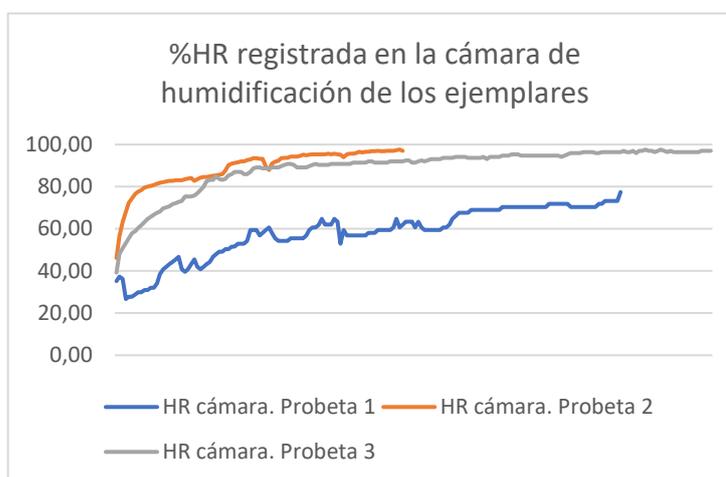
aparición ni estabilidad de las tintas. Se han comparado las imágenes tomadas con anterioridad al tratamiento mediante microscopía óptica con fotografías realizadas después del proceso, sin observarse difusión de las tintas o diferencias en el perfil de los trazos. La evaluación de las tintas ferrogálicas tras el tratamiento tampoco ha revelado cambios apreciables en cuanto a la presencia y concentración de iones de Fe II. El indicador de batofenantrolina presentaba una tinción semejante en las pruebas realizadas antes y después del tratamiento, por lo que se puede concluir que el método de humidificación no ha afectado de forma negativa a la estabilidad de las tintas.



Fig. 7

#### Evaluación del comportamiento de las tintas durante el tratamiento

En los datos extraídos de las mediciones realizadas con el *datalogger*, en los recipientes para la humidificación de los ejemplares 2 y 3, la humedad relativa asciende en las primeras veinticuatro horas por encima del 80%, manteniéndose durante el resto de la humectación en valores entorno al 95%. En el ejemplar 1, la humedad relativa no ha superado el 70% en ningún momento de la humectación, aunque en los tres casos, el porcentaje de humedad que han absorbido los materiales ha sido en torno al 5%, tal como se estableció en los parámetros del estudio. Esto podría deberse a



la diferente composición de los ejemplares y a la mayor o menor higroscopicidad de sus materiales constitutivos.

El porcentaje establecido como rango de humectación para comenzar el proceso de secado por empaquetado es suficiente para que el alisado y la corrección de deformaciones se produzcan, sin embargo, y pensando sobre todo en la aplicación del procedimiento en materiales más sensibles como las tintas manuscritas, las siguientes líneas de trabajo deben enfocarse en determinar el mínimo porcentaje de humedad que ha de absorber un ejemplar para que el procedimiento de corrección de deformaciones por empaquetado al vacío sea eficiente, garantizando la estabilidad de sus materiales y evitando niveles de humectación mayores a los estrictamente necesarios.

### **Bibliografía**

- BALLIU, M. Carme, et al., 2021. Estudi de l'aplicació de l'encapsulat amb agent actiu (extracte d'oli essencial) com a tractament de desinfecció. [Seminario en línea]. En: *Tractament de fons documental afectats per inundació*. Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya. [Consulta: 11/01/2024]. Disponible en: <https://centrederestauracio.gencat.cat/web/.content/crbmc/pdf/arxiu/2021/curs-PDF Tractament-fons-biliografics catala.pdf>
- BICCHIERI, M, et al., 2000 The nitrogen packing of contemporary paper as a preservation method. En: *Quinio*, 2, pp. 145-155. [Consulta: 11/01/2024] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/263674057 The Nitrogen Packaging of Contemporary Paper as preservation Method>
- DELGADO ALONSO, Carla, 2023. Restauración de un libro sobre la historia de Imola (signatura: BH FLL 9783) con alisado por empaquetado al vacío. En: *Documentos de Trabajo UCM. Biblioteca Histórica*, 2023/3. ISSN: 1699-4612. [Consulta: 11/01/2024] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/4376>
- HADGRAFT, Nicholas; WELCH, Stuart, 1999 Vacuum-packing and its implications for library, archive and related materials. En *Paper Conservation News*, Nº 89. pp. 12-14. ISSN: 0140-1033.



- TACÓN CLAVAÍN, Javier, 2008. El secado de libros por empaquetado al vacío: estudio de un caso práctico. En: *Documentos de trabajo UCM Biblioteca Histórica*, 2008/2 [Consulta: 11/01/2024] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/56693>
- TACÓN CLAVAÍN, Javier, 2023. El uso del empaquetado al vacío para corregir deformaciones: un ejemplo reciente. En: *Folio Complutense. Noticias de la Biblioteca Histórica de la UCM* [en línea], 12 de junio 2023. [Consulta: 11/01/2024]. Disponible en: <https://webs.ucm.es/BUCM/blogs/Foliocomplutense/14532.php>
- TANIMURA, Hiromi, 2015. The effect of Squelch Drying as a method of drying tsunami damaged archival material. En: *Journal of the Institute of Conservation*, 38:1, p.p. 107-111. [Consulta: 11/01/2024] Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19455224.2015.1001623>
- WILLOUGHBY, Ian, 2002. UK donates vacuum drying machines to help save books hit by floods. En: *Radio Prague International*, 19/09/2002 [Consulta: 11/01/2024]. Disponible en: <https://english.radio.cz/uk-donates-vacuum-drying-machines-help-save-books-hit-floods-8066070>