

EL SECADO DE LIBROS POR EMPAQUETADO AL VACÍO. ESTUDIO DE UN CASO PRÁCTICO.

Javier Tacón Clavaín.
Universidad Complutense de Madrid.
Biblioteca Histórica "Marqués de Valdecilla"
Dpto. de Conservación y Restauración

JUNIO DE 2008



RESUMEN

En este artículo se expone el proceso de secado de 13 libros que fueron mojados total o parcialmente en un siniestro de relativamente pequeño nivel en una biblioteca universitaria. Se utilizó el sistema de secado por empaquetado al vacío de los libros junto a papel secante, registrando los tiempos de intercambio de papel secante y la cantidad de agua extraída en cada cambio. Se diferenciaron dos métodos: en el primero los cambios de secantes se realizaron irregularmente en el tiempo, con intervalos de cambios de hasta 8 días, mientras que en el segundo se realizaron cambios regulares cada 24 horas. El estudio no hubiera sido posible sin el trabajo de campo realizado por Inmaculada Latorre Vázquez y Alejandra Rico Francia, del departamento de Conservación y Restauración de la Biblioteca Histórica.

INTRODUCCIÓN

El sistema de secado por empaquetado al vacío fue ideado por Nicholas Hadgraft y Stuart Welch en la segunda mitad de la década de los 90¹ y fue uno de los métodos usados para la recuperación del material tras las inundaciones que afectaron a Praga en 2002². 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 mojados³. El método se basa en la rapidez con la que la humedad pasa del libro al secante debido a la baja presión y en la inhibición del desarrollo de hongos y bacterias debido al vacío del empaquetado. En caso de desastres con gran número de libros afectados, pueden utilizarse periódicos viejos como material secante.

Las ventajas asociadas a este sistema, en relación con otros, como secado al aire y en cámaras de vacío (incluyendo las liofilizadoras), se basan en la ausencia de deformaciones importantes y en el hecho de evitar el pegado de las hojas entre sí debido a la disolución de los aprestos o, en el caso de papeles cuché, de la capa de estuco.

¹ Hadgraft, Nicholas; Welch, Stuart . "Vacuum-packing and its implications for library, archive and related materials". Paper conservation news nº 89. 1999. pp. 12-14 . ISSN: 0140-1033

² Conservation by Design, Ltd. "Drying books from the Prague floods of 2002 using vacuum packing". Publicado en: http://www.conservation-by-design.co.uk/slideshows/prague_book_drying/ [26/5/2008]

³ Véase la excelente explicación gráfica del método en: Owen Bradford y Matthew Parsons: "Vacuum drying books using an Archipress 1000". Publicado en: <http://www.staff.ncl.ac.uk/owen.bradford/technique.html> [26/5/2008]



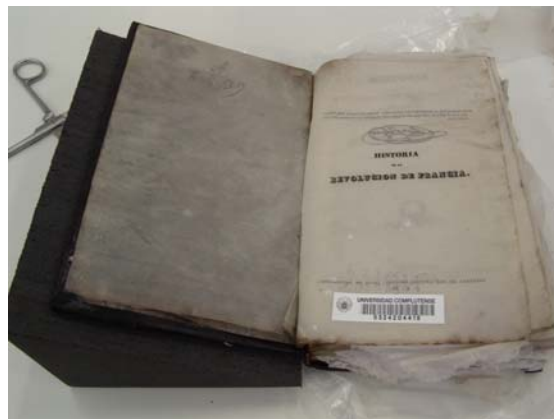
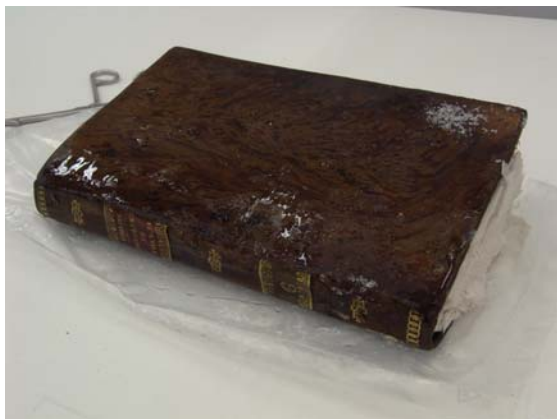
MATERIALES Y MÉTODO OPERATORIO

Una vez recibidos los libros, se dividieron en dos grupos. Los libros del primer grupo (A) fueron tratados directamente para su secado, mientras que los del segundo (B) fueron congelados para su estabilización hasta completar el secado de los primeros.

Las características básicas de los libros tratados son:

Grupo A

LIBRO	AÑO DE EDICION	TIPO DE PAPEL	PESO MOJADO	ESTADO INICIAL
A1	1893	Industrial, pasta mecánica o mixta de madera	N/A	Sólo mojados cubierta y márgenes
A2	1869	Industrial, pasta de madera	1037,9	Sólo mojados cubierta y márgenes.
A3	1869	Industrial, pasta de madera	975,2	Sólo mojados cubierta y márgenes.
A4	1855	Industrial, pasta de madera	961,3	Sólo mojados cubierta y márgenes.
A5	1836	Papel vitela de trapos	953	Completamente mojado
A6	1869	Industrial, pasta de madera	896,5	Sólo mojados cubierta y márgenes.
A7	1869	Industrial, pasta de madera	1184,8	Mojados cubierta y márgenes. papel húmedo
A8	1836	Papel vitela de trapos	1031,7	Completamente mojado



Grupo B

LIBRO	AÑO DE EDICION	TIPO DE PAPEL	PESO MOJADO	ESTADO INICIAL
B1	1877	Industrial. Pasta de madera con cargas	N/A	Completamente mojado
B2	1836	Papel vitela de trapos	943,6	Completamente mojado
B3	1836	Papel vitela de trapos	936,4	No afecta a hojas centrales
B4	1858	Industrial, pasta de madera	938,8	Sólo mojados cubierta y márgenes.
B5	1836	Papel vitela de trapos	877.1	No afecta a hojas centrales



En primer lugar, tras la documentación fotográfica inicial de cada libro, se cortaron 40 hojas de papel secante de algodón de diverso gramaje por cada libro al tamaño de la tapa. En cada empaquetado se situaron 20 secantes, dejando los otros 20 para el intercambio (en cada intercambio, los sustituidos eran secados al aire y utilizados en el siguiente ciclo). En todos los casos, se incluyeron: 2 secantes entre sendas tapas y el cuerpo del libro y 8 por el exterior de cada tapa. En los primeros empaquetados se situaron láminas de Reemay® entre el último secante y la superficie del libro para evitar la adhesión del secante. Posteriormente, una vez perdida buena parte de la humedad, no fue necesario incluir esta lámina.

Las bolsas para el empaquetado fueron de polietileno de 125 micras de espesor.

La máquina empaquetadora al vacío (HenkoVac® 200i) fue ajustada a 5 milibares de presión y 40 segundos de vacío extra. Los secantes fueron pesados inmediatamente antes del empaquetado e inmediatamente después de su extracción en cada cambio en todos los libros, calculándose, por diferencia de peso, el agua extraída en cada empaquetado.



En los libros del grupo A, la periodicidad de nuevo empaquetado con intercambio de secantes fue irregular, realizando los cambios más frecuentemente al principio y más dilatadamente hacia el final. En concreto, el tiempo transcurrido entre cambios en el grupo A fue:

Intercambio nº	Tiempo transcurrido
1	24 horas
2	36 horas
3	4 días
4	3 días
5	3 días
6	2 días
7	2 días
8	7 días
9	5 días
10	5 días
11	8 días

Los libros del grupo B recibieron el mismo tratamiento en lo que concierne a cantidad de secantes incluidos en el empaquetado y ajuste de presión en la máquina empaquetadora. Una vez descongelados estos libros fueron sucesivamente empaquetados realizando los intercambios de secantes regularmente cada 24 horas, excepto en fines de semana, en los que permanecían con el mismo empaquetado las 72 horas correspondientes

RESULTADOS

En primer lugar cabe destacar que en ningún caso se apreciaron indicios de proliferación microbiológica a lo largo del proceso. Teniendo en cuenta el tiempo que permanecieron húmedos los libros (varias semanas), puede deducirse que el vacío inhibió su desarrollo.

Como norma general, se produjo un descenso progresivo del peso del agua extraída en cada cambio de secantes, observándose que, cuando en el cambio se extrajo en torno a 3 gramos de agua, el libro ya se encontraba seco al tacto.

En ningún caso se registraron adhesiones fuertes entre las hojas, si bien, en algunos casos las hojas se adhirieron levemente y pudieron ser separadas sin dificultad ni daños en el despegado.

Se necesitaron un mínimo de 8 cambios de secantes para secar libros muy poco mojados. Parece que, con un contenido en agua similar, libros del segundo grupo necesitaron más cambios que los del primero (p.e. del libro B4 se extrajeron 167,8 gr de agua en 10 empaquetados, mientras que del A2 se extrajeron 177,7 gr en 8 cambios) por lo que la prolongación del tiempo entre empaquetados podría influir en el volumen de agua extraído en cada ciclo.

Entre un 20 y un 30% del agua fue eliminada en procesos distintos a la absorción por los secantes. Como los libros permanecieron al aire estrictamente el tiempo necesario para el cambio de empaquetado y los secantes húmedos eran pesados inmediatamente extraídos del

empaquetado, suponemos que la evaporación sucedió en cada ciclo de vacío en la empaquetadora. Esto podría corroborarse con el mismo ejemplo anterior; el libro B4 (10 empaquetados) perdió un 30,86% del agua fuera de los secantes, mientras que el A2 (8 empaquetados) perdió un 21,86% por evaporación.

Se aprecia una correlación bastante clara entre el total de agua extraída en secantes y el promedio de extracción por cambio; es decir, para cada libro, la cantidad media de agua capturada por los secantes en el total de cambios, es proporcional a la cantidad total de agua extraída (p.e. del libro A8 se extrajeron 423,9 gr de agua en 11 cambios, con un promedio de 30,5 gr de agua por cambio, mientras que en el B5 fueron 235,3 gr, con un promedio de 21,4 gr por cambio).

No obstante, el tipo de papel parece influir también en la velocidad del secado. Como ejemplo, el libro B1 aun siendo el que más agua tenía, su promedio por cambio no es el mayor, quizá por la mayor retención del agua debido a las cargas presentes en el papel (posiblemente de caolín). Puede que, por el mismo motivo (presencia de estas cargas), este libro absorbió mayor cantidad de agua que el resto.

Comparando el promedio de agua extraída por cada cambio, se aprecia cierta tendencia a ser mayor en el papel de trapos que en el de pasta de madera.

El resultado por cada libro fue el siguiente:

GRUPO A

A1

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	346	402,6	56,6
2	327,6	361	33,4
3	327,6	353,7	26,1
4	321,9	338,1	16,2
5	328,5	340,6	12,1
6	323,3	328,8	5,5
7	327,9	334,1	6,2
8	323	326,6	3,6
	Total agua extraída		159,7

A2

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	242	296,5	54,5
2	242	291,4	49,4
3	243	272,6	29,6
4	241,8	261,1	19,3
5	244,1	256,4	12,3
6	243	249	6
7	243,4	248,1	4,7
8	242,9	244,8	1,9
	Total agua extraída		177,7

A3

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	259	310,7	51,7
2	248,2	297,8	49,6
3	248,2	276,3	28,1
4	248,8	268	19,2
5	248,9	261,9	13
6	249,8	257,4	7,6
7	248,4	254,4	6
8	249,5	252,6	3,1
	Total agua extraída		178,3

A4

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	260	314,4	54,4
2	243,5	284,5	41
3	243,5	267,9	24,4
4	242,9	259,1	16,2
5	244,4	254,5	10,1
6	244	249,8	5,8
7	243,9	248,6	4,7
8	243,7	245,8	2,1
	Total agua extraída		158,7

A5

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	265	323,8	58,8
2	256,5	337,4	80,9
3	256,5	318,1	61,6
4	255,4	303,5	48,1
5	258,1	296,2	38,1
6	256,1	280,8	24,7
7	257,8	275,5	17,7
8	256,1	267,2	11,1
9	260,4	265,3	4,9
10	257,7	260,9	3,2
11	260	261,2	1,2
	Total agua extraída		350,3

A6

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	280	330,2	50,2
2	254,9	290,6	35,7
3	254,9	276,9	22
4	254	267,7	13,7
5	255,8	264,2	8,4
6	254,5	258,7	4,2
7	255,3	258,5	3,2
8	254,7	255,7	1
Total agua extraída			138,4

A7

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	256	310,8	54,8
2	243,1	300,3	57,2
3	243,1	289,8	46,7
4	239,9	273,8	33,9
5	244,2	273,2	29
6	240,6	259,6	19
7	244	260,7	16,7
8	240,6	251,7	11,1
9	246,5	251,2	4,7
10	241,9	245,6	3,7
Total agua extraída			276,8

A8

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	272,5	329,2	56,7
2	250	349,9	99,9
3	250	334,8	84,8
4	250,3	310,2	59,9
5	251,2	300,1	48,9
6	251,2	279,9	28,7
7	251	272,3	21,3
8	251,1	264,1	13
9	253,4	259,7	6,3
10	252,5	255,7	3,2
11	253,1	254,3	1,2
Total agua extraída			423,9

GRUPO B**B1**

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	263,8	398,7	134,9
2	262,5	341,9	79,4
3	262,1	329,8	67,7
4	263,2	328,7	65,5
5	263,5	306,4	42,9
6	264,6	316	51,4
7	265,5	303,6	38,1
8	264,4	297	32,6
9	264,4	307,6	43,2
10	264,6	294,3	29,7
11	264,7	291,7	27
12	265,5	289	23,5
13	264,1	286,4	22,3
14	265	281,4	16,4
15	263,2	280,2	17
16	262,8	279,9	17,1
17	260,9	275,2	14,3
18	259,7	275	15,3
19	260,5	275,1	14,6
20	261	271,6	10,6
21	262	269,5	7,5
22	263,2	268,1	4,9
23	262,2	266,7	4,5
24	262	266,1	4,1
25	261,9	264,1	2,2
	Total agua extraída		786,7

B2

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	267,8	352,7	84,9
2	267,2	322,5	55,3
3	268,8	312,9	44,1
4	267,7	314,7	47
5	270,7	300,3	29,6
6	269,3	293,1	23,8
7	272,6	291,6	19
8	268,9	282,7	13,8
9	271,3	281,1	9,8
10	269,1	274,3	5,2
11	271,8	274,6	2,8
	Total agua extraída		335,3

B3

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	264,9	326,6	61,7
2	264,3	311,6	47,3
3	262,7	301,5	38,8
4	265,3	301,8	36,5
5	264,8	292,7	27,9
6	266,8	287,3	20,5
7	266,7	283,5	16,8
8	266,4	279,9	13,5
9	265,2	275	9,8
10	266,7	272,1	5,4
11	265,8	268,8	3
12	267,4	268,7	1,3
	Total agua extraída		282,5

B4

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	250,9	314,1	63,2
2	248,6	286,9	38,3
3	256,2	279,6	23,4
4	250	266,5	16,5
5	253	263,8	10,8
6	251,9	257,1	5,2
7	252,6	256,6	4
8	251,1	256,2	5,1
9	251,1	252,4	1,3
	Total agua extraída		167,8

B5

CICLO Nº	GR. SECANTES SECOS	SECANTES HUMEDOS	AGUA EXTRAIDA (gr.)
1	254,2	315,2	61
2	255,2	305,1	49,9
3	255,8	301,3	45,5
4	256,6	281,8	25,2
5	257,7	276,8	19,1
6	258,9	272	13,1
7	257,2	266,8	9,6
8	257,7	264,4	6,7
9	256,9	260,3	3,4
10	257,9	259,7	1,8
	Total agua extraída		235,3

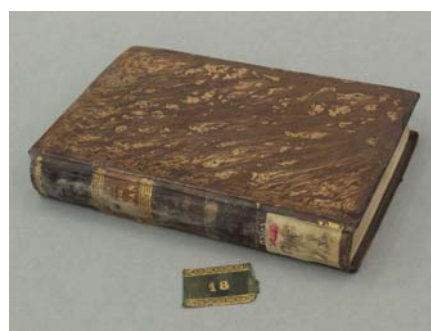
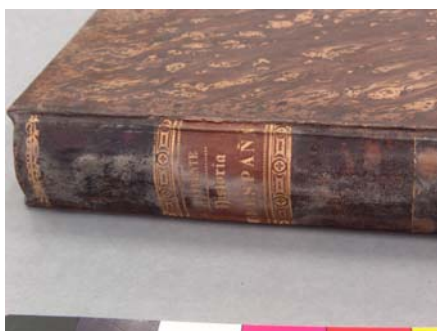
Cuadro-resumen de algunos datos del proceso

libro	peso libro mojado	peso libro seco	agua total	extraída en secantes	% extraída fuera de secantes	nº cambios hasta seco	promedio extraído en secantes por cambio (gr / nº de ciclos)	tipo de papel
A1				159,7		8	20,0	mecánica
A2	1037,9	810,5	227,4	177,7	21,86%	8	22,2	madera
A3	975,2	749,9	225,3	178,3	20,86%	8	22,3	madera
A4	961,3	764,9	196,4	158,7	19,20%	8	19,8	madera
A5	963	514,13	448,87	350,3	21,96%	11	31,8	trapos
A6	896,5	720,1	176,4	138,4	21,54%	8	17,3	madera
A7	1184,5	793,5	391	276,8	29,21%	10	27,7	madera
A8	1031,7	492,1	539,6	423,9	21,44%	11	38,5	trapos
B1		1016,7		786,7		25	31,5	cargas
B2	943,6	518,2	425,4	335,3	21,18%	11	30,5	trapos
B3	936,4	541,1	395,3	282,5	28,54%	12	23,5	trapos
B4	938,8	696,1	242,7	167,8	30,86%	10	16,8	madera
B5	877,1	552,5	324,6	235,3	27,51%	11	21,4	trapos

EFFECTOS SECUNDARIOS

Relacionado con el secado, independientemente del método elegido, uno de los efectos supone la eflorescencia de sales hacia la superficie exterior del objeto. Los productos solubles son arrastrados hacia fuera, donde se forman estos depósitos de sales.

Los elementos adheridos, como tejuelos, pueden despegarse como uno de los efectos del mojado pero también al realizar el empaquetado si la superficie del material impide la salida del aire interior al realizarse el vacío. en este caso, se forma una burbuja de aire que empuja al material hasta el despegado. Esto sucedió particularmente con la tela de encuadernación recubierta (tipo *Buchran*)



El proceso de secado por empaquetado al vacío tiene la ventaja de no producir deformaciones importantes en cuanto a planitud de tapas y hojas. El empaquetado mantiene al libro firmemente cerrado bajo presión. Pero esta misma circunstancia produce una serie de efectos como son:

- Formación de arrugas en el lomo, en forma de "fuelle", debido a la compresión del libro y secado en esa posición comprimida.



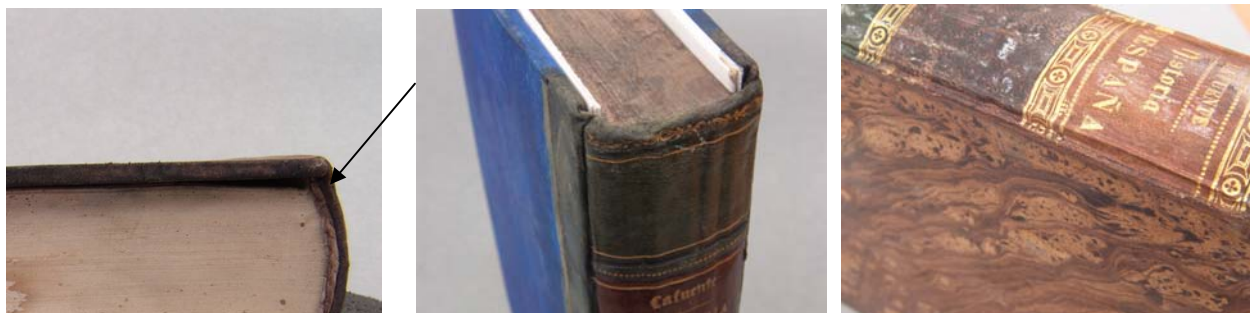
- Aplastamiento de las zonas de cofia de la cubierta hacia el interior de los cortes



- Aparición de brillos en la superficie de pieles. Estos brillos son transmitidos por contacto con el polietileno del empaquetado.



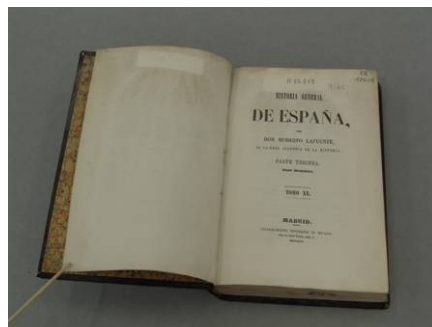
- Desplazamiento hacia atrás de las tapas, las cuales se salen de los cajos en algunos casos o forman pliegues. En encuadernaciones de tapas sueltas, la franquicia se retrae.



CONCLUSIONES

Al no tratarse de un modelo puramente experimental, sino una situación real en la que la prioridad consistía en secar el material, las conclusiones deben ser tomadas como conjeturas de partida para corroborar en pruebas futuras.

- El empaquetado al vacío inhibió el desarrollo microbiológico. Ningún libro sufrió infección visible pese a permanecer empaquetados varias semanas hasta el secado completo
- El número de intercambios para secar libros muy poco afectados fueron 8 como mínimo necesario. La prolongación del tiempo entre empaquetados puede reducir el número de ciclos necesarios para el secado
- Entre un 20 y un 30% del agua extraída se produjo por evaporación en cada ciclo de vacío en el interior de la empaquetadora.
- El tipo de papel puede influir en la velocidad de secado. Aparentemente, los papeles de fibras tradicionales intercambian su humedad más fácilmente que los de pasta de madera con aprestos de resina y cargas.



En relación con los efectos adversos encontrados, la mayoría de ellos disminuirían realizando los empaquetados a presiones algo mayores (menos vacío), lo cual también podría tener efectos como aumento del riesgo de infección microbiológica o dilatación del tiempo y números de cambios necesarios para el secado.

