

DESACIDIFICACIÓN MASIVA:

El método CSC Book Saver[®],

la solución para un gran reto



**Conservación de Sustratos
Celulósicos S.L.**

**C/ Colom 453, nave 50
08223 Terrassa (Barcelona)**



1. Introducción:

¿Alguna vez ha cogido un papel viejo y se le ha deshecho entre las manos? ¿o se le ha partido una página? Seguramente habrá pensado que el libro es demasiado viejo y no le habrá dado más vueltas. Pero este tipo de deterioro no se debe únicamente a la edad, de hecho, afecta solamente al papel fabricado a partir de 1840, que fue cuando a su fabricación se incorporaron una serie de componentes químicos que provocan que el papel, con el paso de los años, se vuelva ácido. La acidez deshace el papel y amenaza con destruir el 90% del patrimonio escrito de la humanidad. Un auténtico dolor de cabeza para bibliotecas y archivos de todo el mundo, que se enfrentan al reto de desacidificar miles de millones de libros y documentos.

El fenómeno es mucho más importante de lo que pueda parecer a simple vista. Cuando hablamos de patrimonio escrito no nos referimos solamente a libros sino también a documentos. Registros de propiedad, archivos notariales, eclesiásticos, comerciales e incluso militares, todos están en peligro de desaparecer en un periodo relativamente corto de tiempo y con ellos se perderían datos que son cruciales para el funcionamiento normal de miles de instituciones, tanto públicas como privadas.

Gobiernos de todo el mundo –entre los que no encuentra el español- se están empezando a preocupar muy seriamente y han puesto la desacidificación de sus archivos entre sus prioridades más inmediatas. Otros, como el de Estados Unidos o el Suizo, ya hace años que han emprendido ambiciosos programas de conservación, con enormes dotaciones presupuestarias y planes de trabajo a 10, 20 e incluso 30 años vista.

Países como el Reino Unido han iniciado estudios que tratan de evaluar la profundidad del problema o lo que es lo mismo, cuántos documentos han sufrido ya daños irreparables. Los resultados ponen los pelos de punta: un informe de 2001 estima que un 33% de los fondos de los Archivos Nacionales del Reino Unido (Public Record Office)



está ya en un avanzado estado de deterioro, más de 50km de estanterías. Y los expertos advierten de que la situación es similar en todos los archivos locales.

El problema es conocido por bibliotecarios y restauradores desde hace décadas pero hasta los años ochenta del siglo pasado los científicos no empezaron a encontrar soluciones que permitieran realizar tratamientos en masa, los únicos que permitirían conservar el patrimonio histórico en su totalidad. Se empezaba a ver la luz al final del túnel. Uno de esos sistemas fue el método creado por el profesor Rogelio Areal, del departamento de Ingeniería Química de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

2. Principal causa de degradación del patrimonio bibliográfico: la acidez del papel.

Se ha llegado a calificar la acidez del papel como el “cáncer” del patrimonio bibliográfico y documental. Factores ambientales como la contaminación, la temperatura y la humedad inadecuadas, los hongos o los insectos contribuyen al deterioro del papel pero el principal problema, la acidez, reside en su propia composición. La acidez presente en el papel actúa rompiendo las fibras de celulosa, haciéndolo quebradizo y frágil. Se considera que la acidez es responsable del 85-90% de la destrucción de libros y documentos.

A principios del siglo XVIII, la industrialización de la fabricación del papel permitió su fabricación masiva, facilitando la difusión de la cultura. Sin embargo, la calidad y resistencia de todo ese papel disminuyó notablemente.

Fue entonces cuando se generalizó en el proceso de fabricación del papel a partir de fibras de celulosa procedentes de la madera añadiendo a la suspensión agentes encolantes, como la colofonia y cargas como el sulfato de aluminio. La colofonia proporcionaba cohesión a las fibras entre sí y el sulfato de aluminio mejoraba la consistencia del papel. Pero el sulfato de aluminio en la suspensión acuosa forma ácido



sulfúrico, que no se elimina totalmente en la etapa final de secado, por lo que el papel queda ácido.

Estos dos aspectos constituyen la raíz del problema: la acidez ataca a las fibras de celulosa fragmentándolas y disminuyendo la resistencia del papel. Además, las fibras procedentes de la madera resisten peor el ataque del ácido que las extraídas del lino y algodón, utilizadas anteriormente.

El papel está formado básicamente por una malla de fibras de celulosa, que confieren al papel su estructura mecánica. Las fibras de celulosa se componen a su vez de numerosas macromoléculas de celulosa. La macromolécula de celulosa es un polímero, esto es, una molécula formada por el encadenamiento de miles de unidades estructurales iguales, llamadas monómeros.

Polímero de la celulosa: el resultado de repetir miles de veces una misma unidad estructural, el monómero de la celulosa.

Proceso de fragmentación de una macromolécula.

La resistencia mecánica del papel depende fundamentalmente de la longitud de las macromoléculas de celulosa que conforman la malla. La presencia de ácido en el papel provoca una reacción de hidrólisis (rotura) de las macromoléculas de celulosa. Estas macromoléculas se fragmentan y toda la estructura se debilita, con lo que el papel se vuelve quebradizo y frágil.

La única solución para evitar este proceso de degradación es eliminar la acidez, en otras palabras neutralizar el papel o, como se denomina en el campo de la preservación del patrimonio, “desacidificar” el papel.



3. Desacidificación masiva: El método CSC Book Saver®.

Los procedimientos clásicos de restauración: desencuadernado, descosido y tratamiento de las hojas individualmente obtienen excelentes resultados, pero pueden suponer más de 700€ y varios días de trabajo por volumen. Resulta inviable su aplicación, excepto para algunos libros de gran valor, y los responsables de archivos y bibliotecas se enfrentan a la destrucción progresiva de colecciones completas. La solución para estas instituciones pasa por una tecnología que permita el tratamiento masivo de libros y documentos sin desencuadernar en un corto periodo de tiempo.

La tecnología CSC Book Saver ® es la solución a este gran reto porque permite el tratamiento (simultaneo de desacidificación y desinfectación) de libros y documentos sin desencuadernar a un bajo coste de manera eficaz y sencilla en cualquier archivo o biblioteca con una capacidad superior a 250.000 libros al año.

El proceso Book Saver® utiliza una máquina, donde se introducen los libros y documentos sin desencuadernar, y un reactivo, que neutraliza la acidez sin atacar las tintas. La simplificación y automatización del proyecto implica una drástica reducción de costes.

- **La máquina se puede trasladar al archivo o biblioteca.** No es necesario transportar los libros y documentos, ahorrando costes de embalaje, transporte y seguros, y disminuyendo riesgos de accidentes.
- La operativa se reduce a la preselección del material a tratar, carga y descarga de la máquina, tratamiento y aireación de los documentos tratados. En la preselección separamos los libros que están muy deteriorados, con orificios por insectos y larvas, o con un proceso de degradación muy avanzado (pH inferior a 3,5), que requieren una restauración manual -si esta aún es posible. Los libros y documentos son introducidos en el interior de la máquina y depositados sobre una bandeja, sin desencuadernar. Se selecciona el programa adecuado a ese tipo de papel y se pone en marcha el ciclo automático.



- Terminado el ciclo, el operador extrae los libros de la máquina y se permite su aireación. Book Saver® ha sido desarrollado buscando el máximo respeto a la salud y al medio ambiente.

En pocos años se puede salvar un archivo completo a un coste entre 50 y 60 veces inferior al de los métodos tradicionales.

El reactivo Book Saver® se compone de un agente neutralizante, basado en magnesio, y un vehiculante que disuelve al agente neutralizante y se difunde perfectamente a través del papel, asegurando una máxima penetración. Ello se traduce en:

- **neutralización homogénea de la acidez presente en el papel.**
- **distribución uniforme de una reserva alcalina para prevenir futuros procesos de acidificación.**

Las cantidades de reactivo a utilizar y el tiempo de contacto entre material y reactivo dependen del estado del material a tratar. La máquina dispone de ciclos preprogramados para tratar distintos tipos de documentos. Una vez seleccionado el material, se seca el papel para conseguir un porcentaje de humedad que optimice el comportamiento del agente neutralizante y a continuación se introduce en la cámara de tratamiento, que se cierra para extraer todo el aire contenido en la misma. Posteriormente se produce la entrada de reactivo Book Saver®, que impregna el material.

Después de la impregnación, el agente neutralizante queda depositado entre las fibras de celulosa y se recupera el vehiculante. Finalmente se extraen los libros de la cámara y se airean, transformándose el magnesio orgánico depositado entre las fibras en carbonato de magnesio. En función del material a tratar el ciclo puede durar entre cuatro y seis horas.



Se ha comprobado por microscopia electrónica de barrido aplicada sobre los cortes transversales de las hojas que la penetración del agente neutralizante hacia el interior de las hojas es uniforme, tanto en páginas interiores como exteriores. La resistencia a la tracción en relación a papeles no tratados aumenta un 50% de media. La resistencia a fatiga (doble pliegue) aumenta entre un 150 y un 180%.

4. Tratamiento biocida CSC Book Saver®.

Los agentes biológicos que causan la alteración del papel son esencialmente roedores, insectos, y microorganismos, como los hongos y bacterias, capaces de aprovechar las sustancias presentes en los materiales celulósicos para su desarrollo.

El proceso de desacidificación en masa CSC Book Saver® tiene un efecto desinfectante ya que durante el tratamiento se crea vacío en la cámara donde se tratan los libros para introducir posteriormente el agente vehiculante HFC 227. Este agente actúa también como desinfectante porque se deja actuar durante un periodo de tiempo suficiente para eliminar las larvas e insectos por falta de oxígeno.

Este tratamiento desinfectante puede completarse con el tratamiento biocida CSC Book Saver®. La tecnología de desacidificación CSC Book Saver® permite la aplicación de un conjunto de productos inhibidores del crecimiento microbiológico debido a la compatibilidad del agente biocida con el agente neutralizante.

Tres son los factores principales que activan la proliferación de microorganismos en el material celulósico;

- Las bacterias y hongos se desarrollan en condiciones de temperatura y humedad relativa elevadas, superiores a 22 °C y 65% respectivamente.
- La acumulación de polvo por una mala ventilación también es pernicioso dado que en dicho polvo se encuentran un gran número de bacterias aerobias así como multitud de esporas de hongos.

- Junto a estos factores ambientales, otro factor favorece de forma notable el desarrollo de hongos: la acidez del papel.

Para evitar la infección por hongos y bacterias se tienen que tomar las medidas preventivas adecuadas:

- Control de la humedad ambiental (humedad relativa igual o inferior al 50%) y de la temperatura de almacenamiento (inferior a 18°C).
- Se debe proceder a la desinfección de las zonas de almacenaje porque, en caso contrario, aunque se eliminen los microorganismos contaminantes de los libros o documentos, se pueden producir reinfecciones. Además, se deben controlar la incorporación de nuevos documentos, desinfectándolos antes de almacenamiento si es necesario.
- El pH óptimo para el crecimiento de los hongos celulolíticos suele estar comprendido entre 4,5 y 6; mientras que el pH óptimo de las enzimas celulolíticas suele ser algo menor de 6. Por este motivo, **la desacidificación del papel es fundamental como medida para prevenir el desarrollo de la actividad fúngica.**

Los criterios determinantes para escoger un método de eliminación de hongos y bacterias son los siguientes:

- Eficacia del biocida frente a las especies biológicas a eliminar.
- Posibles alteraciones producidas por los productos químicos y/o los procesos físicos (radiación, etc) utilizados en la desinfección sobre los sustratos o las tintas de los libros o documentos.
- Posible toxicidad para el hombre y el medio ambiente de los productos químicos utilizados y la forma de evitarla para poder aplicarlos con criterios de seguridad.



El Biocida CSC Book Saver® ha demostrado un amplio espectro antimicrobiano frente a bacterias y hongos que degradan el papel. En su composición se utilizan exclusivamente productos de eficacia probada y utilizados habitualmente en el campo de la farmacia y de la cosmética, por su ausencia de toxicidad y su bajo impacto ambiental.

El desarrollo de esta solución se basa en dos observaciones. Por un lado, combinaciones de los ésteres alquílicos del ácido p-hidroxibenzoico, a bajas concentraciones, tienen una actividad contrastada en el campo de la farmacia y de la cosmética frente a un conjunto de microorganismos que también se encuentran presentes en el papel y son causantes de la degradación del mismo. Por otra parte la disolución de dichos compuestos biocidas en propanol tiene lugar a su vez en todas las proporciones con HFC 227 ó HFC 134a, los gases utilizados por CSC en todas sus líneas de producto por su ausencia de toxicidad y su respeto por la capa de ozono. Ello permite reducir al máximo la presencia de propanol en el compuesto final.

Una de las principales ventajas del proceso desinfectante de CSC Book Saver® es que durante el proceso se deja una dosis de biocida que evitará que en el futuro aparezcan nuevas infecciones.

Los buenos resultados obtenidos en los tratamientos en masa, han permitido desarrollar y patentar una nueva línea de aerosoles CSC Book Saver® para la preservación de libros, documentos, periódicos, mapas y en general materiales celulósicos: el spray desacidificante y el spray Biocida.



5. Referencias.

Algunas instituciones que han confiado en el proceso CSC Book Saver® para la preservación de colecciones bibliográficas, documentales y hemerográficas son:

- **BIBLIOTECA NACIONAL DE ESPAÑA** (Madrid, España).
- **BIBLIOTECA NACIONAL DE CATALUNYA** (Barcelona, España)
- **ARXIU NACIONAL DE CATALUNYA** (Sant Cugat, España)
- **ARCHIVO FORAL - DIPUTACION FORAL DE BIZKAIA** (Bilbao, España)
- **ARXIU HISTÒRIC COMARCAL DE TERRASSA** (Terrassa, España)
- **BIBLIOTECA DE L'ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA INDUSTRIAL DE BARCELONA** (Barcelona, España)
- **FUNDACIÓ FRANCESC PUJOLS I MORGADES** (Martorell, España)
- **CENTRO REGIONALE PER LA PROGETTAZIONE E IL RESTAURO DI PALERMO** (Palermo, Italia)
- **BIBLIOTECA COMUNALE DI TAORMINA** (Taormina, Italia)
- **BIBLIOTECA COMUNALE DI MILAZZO** (Milazzo, Italia)
- **ZENTRAL-UND LANDESBIBLIOTHEK BERLIN** (Berlin, Alemania)
- **INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE** (Bruselas, Bélgica)
- **INTERNATIONAL TRACING SERVICE** (Bad Arolsen, Alemania) Organismo dependiente del Comité Internacional de la Cruz Roja (Ginebra, Suiza).

6. Bibliografía.

- Mass Deacidification . An Update of Possibilities and Limitations.
- Henk J. Porck . European Commission on Preservation and Access. Washington D.C. (USA), September 1996.
- Desacidificación en masa: efectos y efectos colaterales (negativos).
- Helmut Bansa. II Jornadas de Avances en la Restauración de Papel. La Vid (España), Mayo 2000.
- El Patrimonio Histórico de España desde una perspectiva económica.
- Juan Alonso Hierro y Marcos Sanz Martín de Bustamante. Fundación Caja Madrid. Madrid (España), 2000.
- Combined deacidification and biocide mass treatments: new prospects.
- R.Areal, J. Aranguren y J.R.Mendo. Enbotraîne Conference. Gante (Bélgica), Mayo 2001.
- Revisión de los métodos de análisis para papeles antiguos tratados mediante desacidificación en masa. Análisis crítico de los ensayos.
- Luis Alberto Hernández Díez. III Jornadas de Avances en la Restauración de Papel. La Vid (España). Mayo 2001.