

Titulo: “Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural.”

Nombres de los autores: Calvo, Ana Maria; Miranda, María Virginia.

Institución: Comisión Nacional de Energía Atómica. Centro Atómico Ezeiza.

Dirección: Presbítero González y Aragón N° 15. Ezeiza (B1802AYA)

e-mail: [calvo@cae.cnea.gov.ar](mailto:calvo@cae.cnea.gov.ar)

Resumen del trabajo:

Desde la década de 1970 en Italia y EE UU se ha utilizado la radiación gamma para tratar grandes cantidades de material bibliográfico que sufrió desarrollo fúngico a raíz de inundaciones o incendios apagados con agua. Muchos países como Holanda, Rumania, México, Cuba, Polonia y últimamente Francia, fueron adoptando su uso.

La tesis “*El Uso de radiación gamma para el control de microorganismos e insectos en papel como un método de conservación de los materiales bibliográficos en peligro de inutilización*” fue el resultado de un trabajo de investigación realizado en la Comisión Nacional de Energía Atómica en 2001 y demostró la capacidad de esta tecnología para contribuir en forma efectiva con la conservación de material bibliográfico, ya que por ser un método físico no deja residuos y, dada la capacidad de penetración de la radiación gamma, permite tratar en cortos tiempos, grandes cantidades de material bibliográfico guardado en cajas.

La técnica comenzó a investigarse y utilizarse a consecuencia de los daños irreparables sufridos por el patrimonio cultural en soporte papel infectado por hongos, las enfermedades que producen en los seres humanos y el alto grado de contaminación medioambiental. Es fundamental tener en cuenta que los productos químicos que se utilizan para tratar microorganismos son muy tóxicos, dejan residuos en los materiales y liberan gases en los depósitos que los conservan. El óxido de etileno, fue el más utilizado durante la década de 1980 y hace algunos años la Organización Mundial de la Salud ha determinado que las dosis necesarias para control de hongos son altamente tóxicas y producen serios problemas de salud.

Los tratamientos aplicados con radiación gamma son evaluados mediante ensayos físicos y químicos, siendo comparados con los de investigadores de Italia, Holanda, Rumania, Brasil, Francia, Cuba, entre otros.

Desde 1970 la Planta de Irradiación (PISI), del Centro Atómico Ezeiza, utiliza la radiación gamma del Cobalto 60, para esterilización de productos médicos, odontológicos y farmacéuticos, alimentos, material apícola, entre otros. Desde el año 2005 -con la creación del LCRD- se ha comenzado a utilizar en forma sistemática el tratamiento utilizando radiación gamma en patrimonio infectado por hongos en soporte papel. Para cada caso concreto, se determinan las dosis adecuadas de radiación, mediante análisis microbiológicos. El material guardado en cajas se irradia a dosis previamente determinadas y luego el material “SANO”, sin peligro para la salud del conservador, sin residuos indeseables en el material tratado, ni vapores tóxicos en el medioambiente, es limpiado, restaurado y digitalizado en el LCRD.

Se han realizado múltiples tratamientos en libros y publicaciones de la institución y de otras instituciones, analizando los papeles tratados y aquellos de uso común en bibliotecas y archivos.

Actualmente se están haciendo investigaciones sobre la resistencia al ataque y a la radiación, de dos cepas de hongos altamente celulolíticos, en papeles y adhesivos de

conservación utilizados en el LCRD, en un trabajo coordinado CNEA-Universidad Nacional de La Plata.

Además se está participando en el Proyecto Regional OIEA RLA/0/058: 'Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural', organizado por el Organismo Internacional de Energía Nuclear.

**Palabras clave:** Patrimonio cultural- radiación gamma, infecciones fúngicas- radiación gamma, papel- rayos gamma, fotografías- radiación gamma.

## **“Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural.”**

Calvo, Ana Maria; Miranda, María Virginia.  
Comisión Nacional de Energía Atómica. Centro Atómico Ezeiza.  
[calvo@cnea.gov.ar](mailto:calvo@cnea.gov.ar)

### Introducción

Desde la década de 1970 en Italia (Adamo, 2004) y EE UU (Mc Call, 1985, 2001) se ha utilizado la radiación gamma para tratar grandes cantidades de material bibliográfico que sufrió desarrollo fúngico a raíz de inundaciones o incendios apagados con agua. Holanda, Rumania, México, Cuba, Polonia y últimamente Francia, han adoptado su uso.

En Argentina se comenzaron a estudiar e investigar los beneficios y las desventajas de la radiación gamma para tratar patrimonio documental en soporte papel y fotografía debido a que los métodos químicos utilizados son altamente tóxicos para el hombre, el patrimonio y el medioambiente. Desde 1970 la Planta de Irradiación (PISI), del Centro Atómico Ezeiza, utiliza la radiación gamma del Cobalto-60, para esterilización de productos médicos, odontológicos y farmacéuticos, alimentos, material apícola, entre otros, pero a partir de 2001 se comenzó a aplicar para tratar patrimonio cultural en soporte papel infectado por microorganismos.

### Desarrollo

#### Los hongos y los problemas que causan en el patrimonio, el hombre y el medioambiente

Los daños irreparables sufridos por el patrimonio cultural en soporte papel infectado por hongos, las enfermedades que ellos producen en los seres humanos y el alto grado de contaminación medioambiental, hicieron necesario buscar un tratamiento alternativo a los existentes. Los hongos producen enfermedades respiratorias, oculares, dermatológicas y hasta pueden provocar la muerte (Sterflinger, 2012).

La tesis *“El Uso de radiación gamma para el control de microorganismos e insectos en papel como un método de conservación de los materiales bibliográficos en peligro de inutilización”* fue el resultado de un trabajo de investigación realizado en la CNEA entre 2001 y 2004, con el que se logró demostrar la capacidad de esta tecnología para contribuir en forma efectiva a la conservación de material bibliográfico, ya que por ser

un método físico no deja residuos y dada su capacidad de penetración permite tratar grandes cantidades de material bibliográfico, guardado en cajas, en cortos tiempos.

A partir de la inauguración del Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de Documentación de CNEA (LCRD) en 2005, se ha comenzado a utilizar en forma sistemática el tratamiento con radiación gamma en patrimonio infectado por hongos en soporte papel y fotografía. Este es un estudio en colaboración. Las dosis de radiación se determinan mediante análisis microbiológicos para cada caso particular. Luego el material guardado en cajas se irradia en la Planta de Irradiación Semi Industrial del Centro Atómico Ezeiza, (PISI) a la dosis indicada; “SANO” y sin peligro para la salud del conservador, se limpia, restaura y digitaliza en el LCRD.

Una tarea importante que debe realizar el personal a cargo del patrimonio bibliográfico es la de determinar y evaluar si están en actividad los hongos que infectaron el material y vigilar los parámetros de temperatura y humedad relativa que provocaron su desarrollo. (Calvo et al., 2009)

El “*olor a humedad*” que desprende el material es el mejor indicio de que las colonias de microorganismos que habitan en el aire están desarrollándose rápidamente y atacan el papel y otros materiales orgánicos, como el pergamino o el cuero (Olcott Price, 1999).

La falta de higiene del depósito, de circulación de aire, la temperatura y humedad elevadas, son las mejores condiciones para el cultivo microbiológico. Las esporas se depositan y se introducen en las fibras del papel y comienzan a desarrollarse y reproducirse, deteriorándolo, fragilizándolo y dándole distintas tonalidades según la especie fúngica, esto ocurre especialmente en papeles de composición ácida.

El hongo activo es sumamente difícil de erradicar y la pérdida producida es irreversible, eso convierte a la prevención en algo fundamental, por eso el objetivo central del LCRD es capacitar y difundir la importancia de la prevención.

### Medidas de prevención

Las medidas de prevención más importantes son las siguientes:

- Conservar los parámetros medio ambientales lo más cercanos posible a los ideales, 20°C de temperatura y 50% de humedad relativa (HR).
- Realizar limpieza en forma sistemática y continua en depósitos y salas donde se guarda el material bibliográfico.

- Utilizar filtros para radiación ultravioleta (UV) en los artefactos de iluminación, porque la incidencia del UV, provoca problemas de deterioro en el papel.
- Ubicar libros y publicaciones en lugares donde no incida la luz directamente en forma continua.
- Las goteras, las ventanas con problemas de cierre, los caños rotos que afecten con sus pérdidas al material o produzcan humedad en las paredes o estanterías pueden provocar un desastre. Determinar los posibles focos de humedad en las paredes y los techos de salas o depósitos, tratando de que sean reparados en forma inmediata.
- Contar con Planes de Prevención de Desastre y Evacuación actualizados, con personal capacitado y preparado para cualquier emergencia.
- Hacer muestreos periódicos, utilizando siempre elementos de protección personal (EPP), para detectar y retirar todo el material infectado, colocándolo en un ambiente seco y frío o en un freezer, hasta decidir el tratamiento a seguir.
- Interiorizarse adecuadamente en las ventajas y desventajas de los distintos métodos de tratamiento para erradicar microorganismos (Calvo et al., 2010).

#### Mojadura e infecciones fúngicas, tratamientos

El patrimonio en soporte papel o fotografía impresa que ha sufrido mojadura y suciedad y no se ha podido secar y limpiar dentro de las 48 hs. posteriores al siniestro, puede sufrir desarrollo fúngico, especialmente en climas húmedos.

Si en los papeles se ven manchas de color y los hongos están en actividad, se deben separar y guardar en freezers o lugares muy frescos dentro de bolsas cerradas, hasta determinar el tratamiento.

Congelar hasta su secado y limpieza, el material patrimonial en soporte papel que ha sufrido una mojadura, es un excelente método para evitar el desarrollo fúngico. Las esporas no mueren al congelar, pero si el daño ha sido leve el material se puede conservar perfectamente y luego de descongelar, se debe proceder al secado, la limpieza y la guarda permanente en un depósito con parámetros medioambientales adecuados. Se deben hacer muestreos periódicos cuando se ha realizado este tipo de tratamiento para prevenir reinfecciones.

Algunas instituciones han utilizado la luz del sol para erradicar microorganismos, porque la radiación UV puede inactivar hongos, pero se debe tener en cuenta que produce cambios químicos en la composición del papel que causan serios deterioros.

En Francia desde la década de 1970 se suspendió la investigación y el uso de la radiación gamma para el tratamiento del papel infectado por hongos, solo se la utilizaba para tratar patrimonio en madera, tela, cerámica y pinturas de caballete. La eliminación de hongos se realizaba con oxido de etileno (ETO) en los Archivos Nacionales franceses. Luego de largos años se han retomado las investigaciones y se ha aplicado la técnica en 11 km de material documental perteneciente al Archivo Nacional altamente contaminado (Cortella, et al., 2017).

En un Coloquio sobre patrimonio, salud y seguridad, realizado en Draguignan, Francia, en el año 2013 se presentaron los logros obtenidos y ellos animaron a los participantes franceses a retomar las investigaciones en papel, interactuando con colegas rumanos, quienes tienen gran experiencia en el tema, pues hasta la fecha han irradiado más de 20.000 objetos patrimoniales en soporte madera, tela, pintura de caballete, cerámica y casi dos millones de libros, luego de importantes inundaciones sufridas (Moise, et al., 2017).

### Las técnicas nucleares en apoyo de la conservación del patrimonio cultural en soportes celulósicos

Los rayos cósmicos y la luz solar son radiaciones ionizantes a las que el ser humano está expuesto a diario y provienen de fuentes naturales; otras son creadas por el hombre. Los rayos gamma son radiaciones ionizantes de naturaleza electromagnética, al igual que la luz y las ondas de radio. Por su naturaleza electromagnética no dejan residuos en los materiales irradiados, ni los transforman en radiactivos. Por su elevada energía pueden penetrar a gran profundidad en la materia. Al interactuar con un medio, le transfieren energía y producen el desprendimiento de electrones de sus átomos que se transforman en iones. Esta ionización de la materia se traduce en cambios químicos y en el caso de material biológico en muerte celular. El hombre aprovecha esta capacidad biocida de las radiaciones ionizantes y la utiliza en medicina e industria.

Las radiaciones ionizantes utilizadas en todo el mundo son muchas y muy importantes para la vida y la salud humanas, entre ellas se utilizan por ejemplo: Para matar células enfermas en radioterapia; eliminar microorganismos nocivos; esterilizar productos de uso médico y alimentos; eliminar agentes de biodeterioro de obras de arte, libros, documentos y patrimonio cultural, en todos sus soportes (Docters, 2011), (Adamo, et al., 2001, 2004, 2007), (Ponta et al., 2007), (Calvo et al., 2009, 2010, 2017).

Gran cantidad de patrimonio cultural infectado y en proceso de pérdida total es tratado con métodos no adecuados para el material, la salud del hombre y el medio ambiente. Muchos conservadores, restauradores y personal a cargo de patrimonio cultural, especialmente en nuestro país, tienen gran desconfianza en la aplicación de la técnica, debido a los usos bélicos de la energía nuclear (Maggauda et al., 2010), (Calvo, 2004).

Sin embargo la responsabilidad e idoneidad en la aplicación de la radiación gamma, la realización de ensayos necesarios para determinar la dosis correcta, la profundización de las investigaciones y el gran respeto por el patrimonio, permiten avanzar en colaboración entre científicos argentinos y de otros países (Cutrubinis et al., 2008), (Mc Call, 2001), (Calvo et al. 2010), (Havermmans, 2009), (Ponta et al., 2007), (Sinco, 2000).

#### Utilización de la técnica en patrimonio documental en soporte papel en la Comisión Nacional de Energía Atómica

Desde el 2001 al presente se testearon distintos papeles evaluados mediante ensayos físico-mecánicos.

Con el Laboratorio de Polímeros del Centro Atómico Ezeiza, se trabajó e investigó entre 2001 y 2009. En ese caso se utilizaron diversos tipos de papel (ácido, libre de ácido y alcalino) de uso común en restauración, bibliotecas y archivos, sanos y contaminados por hongos, a los que se les hicieron los siguientes análisis:

-Se ensayaron en el dinamómetro INSTRON según Norma Tappi 494 om96. Así se determinó la resistencia a la tracción y la capacidad de extensión de las muestras.

-Se tomaron fotografías de las fibras en microscopio óptico y electrónico.

-Se hizo análisis de pH.

-Se hicieron envejecimientos acelerados según normas IRAM-ATIPCA P 3118, UNE 57092-1 y UNE 57092-4 e ISO 5630-3, (con radiación UV, calor seco y calor húmedo).

Luego se comenzó a respuesta a los problemas surgidos en el patrimonio institucional.

La contaminación fúngica de los Boletines Administrativos Públicos, los que guardan la memoria administrativa institucional desde su fundación al presente.

La irradiación de siete cajas de publicaciones periódicas conteniendo 125 revistas, llegadas por correo postal desde EE.UU. y Europa luego del atentado a las Torres Gemelas.

La irradiación de revistas y libros infectados por microorganismos a causa de una inundación sufrida en el Centro de Información del Centro Atómico Constituyentes, entre otros (González, et al., 2002).

Entre 2010 y 2012, en colaboración con el Laboratorio de Celulosa y Papel de la Universidad Nacional de Misiones (PROCYP) y la PISI se investigó sobre la evaluación de las dosis y las tasas de dosis adecuadas para el tratamiento de libros y documentos infectados por microorganismos. Y los resultados de esos trabajos se compartieron en un Congreso de papeleros realizado en Brasil y en una publicación científica (Calvo et.al, 2010), (Area et.al, 2012, 2014).

En un trabajo coordinado CNEA-Universidad Nacional de La Plata, desde el año 2015 se están realizando investigaciones sobre la resistencia al ataque fúngico y a la radiación, en papeles y adhesivos de conservación utilizados en el LCRD, de dos cepas de hongos altamente celulolíticos.

Desde 2001 hasta el presente se ha trabajado con fondos que a causa de mojaduras sufrieron infecciones fúngicas, y se aceleró el desarrollo de los mismos debido a la falta de higiene y las malas condiciones de temperatura y humedad, en las que se encontraban guardados.

Únicamente las siete cajas de publicaciones recibidas luego del atentado a las Torres Gemelas fueron irradiadas por prevención ante la amenaza del antrax y a dosis muy superiores a las necesarias para tratar infecciones fúngicas. Ese material sigue en uso normal en el Centro de Documentación CAE. Todos los fondos bibliográficos y documentales tratados y restaurados son de valor histórico y patrimonial y están en uso normal. En todos los casos se ha asesorado al personal a su cargo sobre la correcta forma de guarda y limpieza para su adecuada preservación.

La experiencia del LCRD ha sido contenida en el capítulo “El uso de la radiación gamma para control de microorganismos en libros de valor patrimonial”, dentro del libro electrónico “El uso de la radiación gamma para control de microorganismos en libros de valor patrimonial” coordinado por la Dra. Marina Garone, especialista en Tipografía Antigua (Calvo, 2015).

#### El Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de Documentación (LCRD)

Desde su inauguración el 22 de agosto del año 2005, El LCRD de CNEA, además de llevar a cabo trabajos de investigación, ofrece servicios internos y a otras instituciones.



Desde el año 2006 hasta el 2012, luego del tratamiento con radiación gamma en la PISI se ha trabajado en un fondo documental declarado “Patrimonio de la humanidad” por UNESCO. Formado por 36 cajas de archivo tamaño oficio, conteniendo cada una de ellas entre 120 y 150 documentos, con entre una y veinte hojas cada uno. Esos documentos de gran valor se hubiesen perdido a causa de profunda contaminación fúngica provocada por haber estado dos meses dentro de folios plásticos, bajo agua, en un sótano.

La acidez del papel, el uso de tintas ferrogáficas para su escritura y en algunos casos el documento formando un bloque dentro del folio, dificultó notablemente el trabajo. Tanto las autoridades de la institución a la que pertenecía el fondo, como el personal del LCRD, coincidieron en que de no haber contado con la posibilidad de irradiar el material en forma previa a la limpieza, restauración y digitalización, hubiese sido imposible lograr su recuperación por el terrible estado de contaminación y la gran cantidad de material documental.

Desde fines del año 2013 se está trabajando en el Proyecto institucional “Recuperación de la Memoria Fotográfica Institucional”. El proyecto consiste en la descripción, limpieza, restauración, digitalización y guarda definitiva de 16.000 fotografías históricas en blanco y negro, color, diapositivas y negativos. Todo el material fotográfico que presentaba algún tipo de contaminación fúngica sido tratado con radiación gamma, con el asesoramiento de la bióloga italiana Marianna Adamo precursora en investigaciones sobre el tema (Adamo, et al. 2012, 2014).

El LCRD trabaja desde el año 2009 en la implementación de su Sistema de Gestión de Calidad, bajo Norma ISO 9001: 2015, confeccionando los documentos necesarios para la certificación.

Actualmente el LCRD participa junto a 12 países de Latinoamérica y el Caribe en el Proyecto de Cooperación Técnica RLA/0/058 ‘Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural’, organizado por el Organismo Internacional de Energía Nuclear (OIEA). Uno de los principales objetivos del Proyecto es la difusión de los beneficios de la técnica para conservación de objetos patrimoniales.

El LCRD ha realizado las siguientes actividades en el marco del proyecto:

- Una Jornada de capacitación y difusión organizada y difundida junto a INAP, sobre el uso de la radiación gamma para tratar patrimonio en soporte papel, fotografías y films.

En ella participaron un Experto del OIEA que estuvo asesorando al LCRD durante una semana sobre esos temas, y todos los científicos intervinientes en las investigaciones sobre uso de radiación gamma en papel y fotografía infectado por hongos, pertenecientes a CNEA y a la Universidad Nacional de La Plata.

-Se presentaron los trabajos y las investigaciones realizados por el LCRD, sobre conservación de libros, documentos y fotografías con severas infecciones fúngicas tratados con radiación gamma, en dos congresos sobre conservación preventiva e interventiva, que tuvieron lugar en Buenos Aires (Calvo, et al. 2016, 2017).

-En 2016, en el Curso Regional de Formación sobre Aplicaciones de las Técnicas Nucleares para la Conservación del Patrimonio Cultural, realizado en San Pablo, Brasil, se presentaron las investigaciones realizadas hasta el presente en patrimonio en soporte papel y fotografía.

-Se iniciaron nuevas investigaciones en soporte fotografía y próximamente en film.

-En la colección *Topics in Current Chemistry*, se colaboró con el artículo “Use of Gamma Radiation for the Treatment of Cultural Heritage in the Argentine National Atomic Energy Commission: Past, Present, and Future” (Calvo et al., 2017).

-

### Conclusiones

La base para la preservación del patrimonio cultural en soporte papel y fotografía son la higiene, la temperatura y la humedad relativa adecuadas.

Es necesario que los responsables del patrimonio cultural estén interesados en documentarse e investigar sobre las ventajas y desventajas de los tratamientos existentes para las infecciones fúngicas, porque los hongos no solo deterioran el material, dañan la salud del hombre y contaminan el medioambiente.

Desde 1970, a nivel mundial, existe una profusa bibliografía sobre los resultados de la aplicación de la técnica y los motivos de su empleo para tratar grandes cantidades de material documental y bibliográfico que a raíz de inundaciones o catástrofes sufrió desarrollo fúngico. La formación de equipos multidisciplinarios para cada caso asegura la correcta aplicación del tratamiento.

En CNEA desde 2001 y en el LCRD desde 2005 se está utilizando la radiación gamma para tratar infecciones fúngicas en patrimonio cultural en soporte papel y fotografía. Luego de interactuar con colegas experimentados en la técnica y evaluar los resultados

de las investigaciones realizadas, se ha determinado que era la más adecuada para tratar los casos de daño severo en que se ha trabajado.

El material tratado siempre ha sido recuperado, se ha podido digitalizar, los originales se han guardado en forma adecuada para su preservación y se ha podido mantener accesible a las generaciones actuales y futuras.

## **AGRADECIMIENTOS**

El Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de la Comisión Nacional de Energía Atómica desea agradecer al Organismo Internacional de Energía Atómica organizador del Proyecto de Cooperación Técnica RLA/0/058: ‘Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural’; por la oportunidad de participar en el mismo. A los científicos que colaboran en todas las investigaciones y a los organizadores de este evento, al permitirle participar y difundir sus investigaciones mediante el presente trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

-Adamo, M. (2001) Gamma radiation treatment of paper in different environmental conditions. *Restaurador*. 22. 107-131.

-Adamo, M., Maggauda, G., Tata, A. (2004). Radiation technology for cultural heritage restoration. *Restaurator*, 25.159-170.

-Adamo, M., Maggauda, G., Rochetti, F. (2007). The effect of  $\gamma$ -radiation on acidified and artificially aged paper. *Restaurator*, 28. 227–238.

-Adamo, M., Cesareo, U., De Francesco, M, Matè, D. (2012). Gamma radiation treatment for the recovery of photographic materials: results achieved and prospects”, *Kermes*. 86. 45-53.

-Adamo, M., De Francesco, M., Matè, D. (2014). Irraggiamento gamma su Stampe colorate all’anilina. Valutazione della solidità del color. *Kermes*. 12 pp.

-Area, M. C., Calvo, A. M., Felissia, F.; Docters, A., Miranda, M. V., Raverta, V. (2012). Influencia de la dosis de radiación y la tasa de dosis sobre las propiedades físicas de papeles comerciales usados en Bibliotecas y Archivos. Influence of the radiation dose and dose rate on the physical properties of commercial papers commonly used in libraries and archives. *Proceedings of the ABTCP 2012 + VII CIADICYP. The 45th ABTCP International Pulp and Paper Congress and VII IberoAmerican Congress on Pulp and Paper Research*. October, 9-11. Sao Paulo, Brazil. 2012 ABTCP and 2012 RIADICYP.

- Area, M. C., Calvo, A M., Felissia, Fernando E.; Docters, A., Miranda, M. V. (2014) Influence of dose and dose rate on the physical properties of commercial papers commonly used in libraries and archives. *Radiation Physics and Chemistry*. 96. 217–222 .

-Associacao Brasileira de Energia Nuclear - ABEN. International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2009. Rizzo, M., Machado, L., Rela, P. R., Yasko K.(2009). Gamma Rays Irradiation Process on a Restored Painting from the XVIIIth. Century.Rio de Janeiro,RJ, Brazil, September 27 to October 2.ISBN: 978-85-99141-03-8

-Calvo, A.M., González, M. E. (2001). Irradiación de papel para control de microorganismos. *Revista CNEA*, 2 (abril- junio). 25-27.

-Calvo, A. M. (2004) Tesis de Maestría en Conservación Preventiva de Soportes de Información. El uso de la radiación gamma en papeles para control de microorganismos e insectos como método de conservación para material bibliográfico que se encuentra en peligro de inutilización. Directora de Tesis: Dra. Maria Elisa González, Universidad del Museo Social Argentino, Buenos Aires.180 p.

-Calvo, A. M., González, M.E., Alfaro, L., Miranda, M. V. (2009). Laboratorio de Conservación y Restauración de Colecciones en Papel de la CNEA: tratamiento de libros y documentos atacados por microorganismos usando rayos gamma. *Revista CNEA*, (35-36). 31-35.

-Calvo, A.M., Alfaro, L.S., Miranda, M.V. Chinen, S. (2010). Simulacros de desastre climático y recuperación de material bibliográfico en el marco de la conservación preventiva. *Patrimonio Cultural: la gestión el arte, la arqueología y las ciencias exactas aplicadas*. Buenos Aires, CNEA. 197-201.

-Calvo, A.M., Alfaro, L.S., Miranda, M.V., Area, M.C., Felissia,F. (2010). Comportamiento del papel de celulosa frente a la irradiación a distintas dosis y el envejecimiento acelerado. *Actas de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear*, AATN, 22-25 de noviembre de 2010. Hotel Claridge, Buenos Aires.

- Calvo, A.M., Miranda, M.V. (2013). Los microorganismos, un verdadero problema para el patrimonio, la salud humana y el medioambiente. Una opción para su tratamiento utilizada por el Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de Documentación de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Coloquio Conservación y Restauración, Salud y Seguridad laboral de las personas y del medioambiente. *Actas del Coloquio*. (Draguignan–Figanières Francia): 17–21junio de 2013.

-Calvo, A. M, Miranda, M.V. (2015). El uso de la radiación gamma para control de microorganismos en libros de valor patrimonial. En *De la Materialidad a la Conservación de Acervos Documentales*. Libro electrónico, Coordinadora Dra. Marina Garone, Mexico, Solar Editores.

<http://www.amazon.de/materialidad-conservaci%C3%B3n-patrimonio-documental-Spanish-ebook/dp/B014TGYKB0>

-Calvo, A.M., Miranda,M.V. (2016) Uso de la radiación gama como método de conservación del patrimonio cultural en soporte papel. El Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de Documentación (LCRD) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). IV Encuentro Internacional de Conservación Preventiva e Interventiva organizado por el Museo del Cabildo 4-7 de abril de 2016. *Conversa Online*. Buenos Aires, 18 p.

<http://conversaonline.wixsite.com/conversa/numero-6>

-Calvo, A. M., Miranda, M.V. (2017). Proyecto Institucional de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina: Recuperación de la Memoria Fotográfica Institucional. Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de Documentación (LCRD). V Encuentro Internacional de Conservación Preventiva e Interventiva. Organizado por el Museo del Cabildo 17-22 de abril. de 2017. *Conversa Online*.Buenos Aires. Palacio de la Legislatura Porteña.17p.

<http://conversaonline.wixsite.com/conversa/numero-10>

- Calvo, A.M., Docters, A., Miranda, M.V., Saparrat, M. N. (2017). The use of Gamma Radiation for the Treatment of Cultural Heritage in the Argentine National Atomic Energy Commission: Past, present and future. *Topics in Current Chemistry Collections*. Springer. 227-248.

DOI 10.1007/s41061-016-0087-2

-CalvoTorras, M. A., Adelantado,C., Corcuera Marín, E. (2005). Criterios: Principales características de los hongos causantes de alteraciones en materiales celulósicos. *PH Boletín Andaluz del Patrimonio Histórico*. 53. 18-23.

-Cortella,L. et al., (2017). Uses and Prospects in Biocide Treatments for Cultural Heritage. International Conference on Radiation Science and Technology. *Book of Abstracts ICARST 2017*. 24-28 April, IAEA Headquarters, Vienna. 144.

-Cutrubinis, M., Tran, K., Bratu, E., Caillat, L., Negut, D., Niculescu, G. International Conference on Wood Science for Preservation of Cultural Heritage. (2008). Disinfection and consolidation by irradiation of wooden samples from three Romanian churches: Mechanical and biological factors. Museu D. Diogo de Sousa, 5-7 november de 2008 , Braga, Portugal.

-Docters, A. (2011) Comisión Nacional de Energía Atómica. Uso y aplicación de la radiación. Planta de Irradiación Semi Industrial de Ezeiza (PISI).

<http://caebis.cnea.gov.ar/pisi/pisi.html>

-González, M.E., Calvo,A.M., Kairiyama, E. (2002). Gamma Radiation for Preservation of Biologically Damaged Paper. XII International Meeting on Radiation Processing, 26-30 March 2001, Avignon, France. *Radiat.Phys.Chem.*, 63. 263 – 265.

-Guiomar, M. (1995).The applicability of gamma radiation to the control of fungi in naturally contmined paper. *Restaurator*. 16. 93-99.

-Havermans, J. (2008). COST, Standards for cooperation in Science and Technology. en Durability of Paper and Writing 2: *Book of Abstracts 2<sup>nd</sup> International Symposium and*

*Workshops*, Ljubljana, Slovenia, July 5-7 2008/ Editors Matija Strlic and Jana Kolarj, Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technology. 12-14

-IAEA Regional Project RER 207030, (2009-2011). Nuclear Techniques for Characterisation and Preservation of Cultural Heritage Artefacts in the European Region.

-ISOTRON [www.isotron.com](http://www.isotron.com)

-Maggauda, G., Adamo, M. (2010). La bonifica dei beni culturali cartacei dai biodeteriogeni per mezzo delle radiazioni ionizzanti. E se in Italia una biblioteca viene allagata? E se le acque di fogna sommergono un archivio storico?. *Kermes La Ricerca*. 79. 70-75.

-McCall, N. (1985) Ionizing radiation as an exterminant: a case study. *Conservation Administration News*. 23.

-Mc Call, N. (2001) Comunicación personal.

-Moise, V. (2017). Radiation Processing for Cultural Heritage Preservation: Romanian Experience. International Conference on Radiation Science and Technology. *Book of Abstracts ICARST 2017*. 24-28 April, IAEA Headquarters, Vienna. 142.

-Morris, J. (1999), Saving the Books. *Disaster Recovery Journal*. 2 (4) 12.

-Norma ISO 5630-3. (1996). Paper and Board. Accelerated ageing. Part 3: Moist heat treatment at 80°C and 65 % relative humidity.

-Norma TAPPI 494 om96 (1996). Tensile Breaking Properties of Paper and Paper board. Using Constant Rate of Elongation Apparatus. TAPPI. Asociación de Técnicos Papeleros.

-Norma UNE 57092-4. (2002). Papel y Cartón. Envejecimiento acelerado. Pte. 4: Tratamiento con calor húmedo a 80° C y 65% de HR". Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

-Norma UNE 57092-1. (2002). Papel y Cartón. Envejecimiento acelerado con calor seco a 105° C. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

-Olcott Price, L. (1999) Traducción: Alan Haley y voluntarios de APOYO (Asociación Para la Conservación del Patrimonio Cultural de las Américas). Verano 1999. Cómo controlar una invasión de moho. Pautas para una intervención en caso de desastre. *Apoyo*. 9. 6. [http://imaginario.org.ar/apoyo/vol9-1\\_3-htm](http://imaginario.org.ar/apoyo/vol9-1_3-htm)

-Ponta, C.C.; Moise, I.V; Georgescu, R.; Negut, D.; Bratu, E.; Virgolici, M.; Manea, M.; Cutrubinis, M. (2007). Conservation by gamma radiation. COST ACTION IE0601, 2007, 8-9 giugno. *Book of Abstracts Wood Cult. Her. 2nd Joint Meeting*, Tervuren (Belgio)

-Ray, E. (2006). The Prague Library Floods of 2002. *Libraries & Culture. Crisis and Experimentation*. 41 (3). 381-391.

-Sinco, P. (2000). The use of gamma rays in book conservation. *Abbey Newsletter*. 24 (2) 38-40.

-Sterflinger, K; Pinzari, F. (2012). The revenge of time: fungal deterioration of cultural heritage with particular reference to books, paper and parchment. *Environmental microbiology*. 14 (3) 559-566.

-Urban, J., Justa, P. (1996). Conservation by gamma radiation: the Museum of Central Bohemia in Roztoky. *Museum International*. 151. 165-167.