

# Análisis de riesgos termohigrométricos en depósitos documentales: las colecciones de la Universidad de Tarapacá (Arica, Chile).

Mónica Moreno Falcón

**Resumen**—Los procesos de alteración de colecciones documentales están condicionados en gran medida por los parámetros de temperatura (T) y humedad relativa (HR) registrados en los depósitos. Gracias al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se efectúa un análisis de la peligrosidad termohigrométrica registrada en depósitos y la vulnerabilidad que presentan los distintos tipos de colecciones documentales de la Universidad de Tarapacá. Los resultados alcanzados permiten obtener un índice de riesgo que muestra el grado de alterabilidad de las distintas colecciones en su contexto actual.

**Palabras Claves**—Análisis de Riesgos, Control termohigrométrico, Depósitos documentales, Sistemas de Información Geográfica (SIG).

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el nacimiento de la conservación preventiva la normalización de estándares que definen los parámetros ideales de temperatura (T) y humedad relativa (HR) ha sido un factor esencial en la creación de espacios seguros para la custodia de colecciones[1].

En el caso de acervos documentales el texto de William K. Wilson *Environmental Guidelines for the Storage of Paper Records* (1995) [2] -que plantea rangos ideales de 18-21°C y 45-50% de HR, así como fluctuaciones máximas diarias del 3%HR y 2°C- ha marcado las directrices de conservación seguidas por muchas Instituciones.

Paralelamente, los estudios microambientales efectuados en depósitos documentales han evidenciado que, en muchas ocasiones, los rangos registrados difieren en gran medida de los rangos ideales[1].

A nivel teórico, esta situación ha motivado el interés de diversos autores e Instituciones por evaluar cuáles podían ser considerados rangos óptimos, permitiendo la flexibilización de aquellos parámetros considerados ideales[3].

A nivel práctico, el desarrollo de estudios fundamentados en el análisis de riesgos se convierte en una herramienta muy útil para profundizar en la prognosis de colecciones[4], así como diferenciar situaciones que, sin cumplir con los estándares ideales de conservación, presentan grados muy distintos de riesgo.

Un ejemplo muy interesante de su uso en colecciones documentales ha sido el llevado a cabo en la Biblioteca Classense de Ravenna que plantea una metodología que evalúa riesgos asociados a T, HR, intensidad lumínica y concentración de NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en depósitos documentales[5].

En esta línea de trabajo, el artículo presentado efectúa una síntesis de la metodología seguida por la autora en el estudio de caso de las colecciones documentales de la Universidad de Tarapacá (UTA)[6].

## 2. CASO DE ESTUDIO

La Colección Patrimonial Alfredo Wormald Cruz (CPWC) y el Archivo Histórico Vicente Dagnino (AHVD) son las instituciones dependientes de la UTA encargadas de reunir, conservar y valorizar el patrimonio documental producido y/o custodiado en la región de Arica y Parinacota (Chile).

A pesar de ser dos Instituciones independientes, ambas comparten una característica en común, su ubicación en un mismo edificio de hormigón armado de nueva construcción en una zona de clima desértico costero.

Sus fondos y colecciones cuentan con más de 16000 ejemplares de libros, prensa, revistas, folletos, fotografías y material de archivo.

## 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Cuantificar el riesgo termohigrométrico existente en los depósitos, entendiendo este como una función de la peligrosidad ambiental y la vulnerabilidad de las colecciones documentales. Este objetivo principal puede desglosarse en tres objetivos secundarios:

1. Registrar y evaluar los distintos grados de peligrosidad termohigrométrica existentes.
2. Visibilizar los factores que influyen en el grado de vulnerabilidad a condiciones termohigrométricas adversas.
3. Relacionar la peligrosidad y la vulnerabilidad de las distintas colecciones en un Sistema de Información Geográfica (SIG) obteniendo un índice de riesgo.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Peligrosidad

Para cuantificar el grado de peligrosidad termohigrométrica al interior de los espacios, entendida esta como la potencialidad de que ocurra un evento que pueda generar alteraciones[7], se partió de un registro anual de T y HR en distintos puntos del depósito mediante el empleo de

termohigrómetros datalogger del tipo KG100 USB (con una exactitud +/- 1°C y +/-4%). Se registraron rangos cada 30 min y se obtuvieron medias, máximas, mínimas y fluctuaciones diarias, mensuales y anuales.

La HR fue descartada como un agente activo de peligrosidad ambiental ya que todos los rangos registrados se correspondían con los considerados ideales[2],[3].

Los rangos de T registrados fueron clasificados como óptimos (<25°C), elevados (25°C-28°) e inadmisibles (>28°C) siguiendo las directrices internacionales aconsejadas para climas cálidos[3].

#### 4.2. Vulnerabilidad

Para la identificación del grado de vulnerabilidad, entendida como la predisposición de un sistema a ser afectado por un peligro[7], se tuvieron en cuenta dos factores:

1. La materialidad los acervos documentales: dividiéndolos según el grado de sensibilidad que presentaban a la alteración por altas T. Para su clasificación se siguieron las pautas definidas por Michalski[8] contrastadas recurriendo al juicio crítico de diversos especialistas en la materia (metodología Delphi). Fueron consultados 5 profesionales que señalaron el grado de amarilleamiento y la friabilidad de los ejemplares como indicadores visuales de la presencia de lignina y de aprestos ácidos, y por lo tanto del grado de vulnerabilidad del papel ante el deterioro químico por altas temperaturas.

2. El uso asignado a los espacios de custodia (depósito cerrado versus zona de consulta abierta): considerado un factor potenciador de fluctuaciones termohigrométricas y eventos de riesgo, restando resiliencia al sistema y aumentando su vulnerabilidad.

Si bien es cierto que el uso de matrices de vulnerabilidad del tipo Leopold puede ser muy útil en casos de estudio de varios factores de peligrosidad ante materialidades similares [9][10], la heterogeneidad de los papeles existentes en los depósitos de ambas instituciones, así como el objetivo de analizar un solo riesgo desaconsejaba el uso de esta metodología.

#### 4.3. Índice de riesgo (IR)

Para poder relacionar la peligrosidad del ambiente y la vulnerabilidad de las colecciones, la información generada fue georreferenciada y migrada a un SIG del software ArcGIS®. Mediante la interpolación de los datos discretos y la rasterización de las imágenes generadas, se asignaron valores numéricos a cada uno de los píxeles[11].

Para la ponderación de cada uno de los grupos de variables consideradas, las imágenes fueron reclasificadas[11]. La temperaturas óptimas recibieron un puntaje 1, las elevadas un puntaje 2 y las inadmisibles un puntaje 3. Los materiales poco vulnerables recibieron un puntaje 1, los vulnerables un puntaje 2 y los muy vulnerables un puntaje 3. Los espacios cerrados recibieron un puntaje 1 y los abiertos un puntaje 3.

Mediante el uso del álgebra de mapas se obtuvo el IR que presentaban las Instituciones objeto de estudio. En la ecuación de álgebra de mapas se otorgó un peso del 60% a la peligrosidad termohigrométrica registrada y un 40% a la vulnerabilidad que presentaban las colecciones. La ecuación empleada fue:

$$\text{Riego termohigrométrico} = [\text{vulnerabilidad según materialidad}] * 0,30 + [\text{vulnerabilidad según el uso del espacio}] * 0,10 + [\text{Peligrosidad termohigrométrica}] * 0,60$$

### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión de los mapas obtenidos a partir del análisis de los datos termohigrométricos (ver figura 1) evidenció que las medias registradas en ambas instituciones durante los meses de invierno entraban dentro de los rangos considerado óptimo (grado de peligrosidad bajo), mientras que los meses de verano entraban dentro del rango considerado como inadmisibles (grado de peligrosidad alto), incluso en el depósito más pequeño en el que estaba implementado

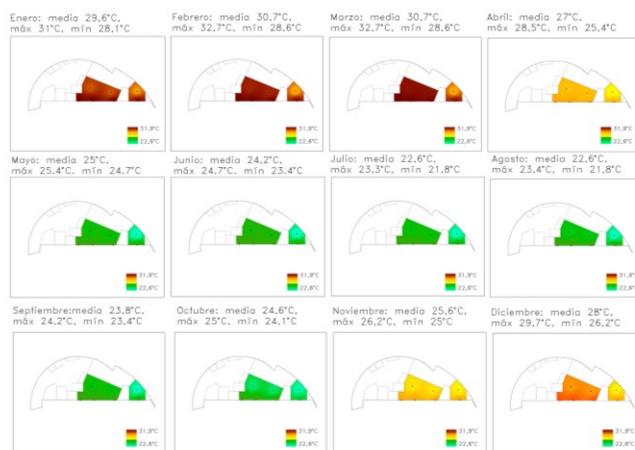


Fig. 1. Medias de temperatura mensuales registradas en depósitos en 2017 [6].

un sistema de control ambiental pasivo. Respecto a la materialidad de las colecciones (ver figura 2) los libros que componían el fondo antiguo y el papel permanente de archivo (aprox. 30% del acervo) apenas presentaban friabilidad y amarilleo de las fibras y fueron identificados como materiales poco vulnerables. El material que componía el grueso de la colección (aprox. 50% del acervo) - en su mayoría papeles fabricados después de 1850- fue identificado como material vulnerable por presentar un grado de amarilleamiento elevado y leves síntomas de friabilidad. La prensa de la hemeroteca fue clasificada como muy vulnerable debido al elevado grado de

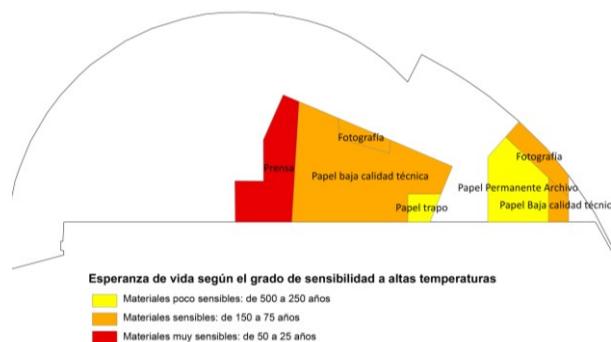


Fig. 2. Distribución de las colecciones según grado de vulnerabilidad a altas temperaturas. [6].

amarilleamiento y friabilidad que presentaba. En relación al uso de los espacios, la estancia más reducida estaba siendo usada como depósito cerrado de colecciones mientras que la estancia más grande, abierta al público, facilitaba el desencadenamiento de una posible situación de riesgo y aumentaba el grado de vulnerabilidad de los documentos custodiados.

En general, las altas temperaturas registradas en las Instituciones documentales dependientes de la UTA implican un alto grado de peligrosidad que genera diferentes niveles de riesgo en función a la vulnerabilidad de las distintas materialidades y los usos asignados a los espacios.

A su vez, la interrelación de las distintas variables de peligrosidad y vulnerabilidad permitió visibilizar aquellos puntos más propensos a sufrir deterioro y aquellos más resilientes. Si observamos el mapa de riesgos generado (ver figura 3), podemos identificar un IR menor para la estancia más reducida, debido en gran medida al uso restringido asignado a los espacios así como a la alta calidad del papel que conforma las colecciones. A su vez dentro de la estancia más amplia, hay una zona identificada como de menor riesgo, esta zona se corresponde con los fondos antiguos y se contrapone al alto IR obtenido por el resto de la estancia, ocupada por la hemeroteca y los libros del s. XIX y principios del XX.

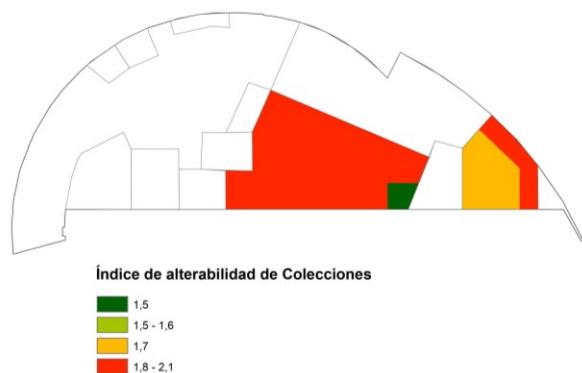


Fig. 3. IR termohigrométrico. [6].

## 6. CONCLUSIONES

Desde la perspectiva de la gestión de riesgos el funcionamiento microambiental de un depósito es un proceso muy complejo que requiere ser esquematizado para ser entendido.

El caso de estudio presentado es un ejemplo de como con una propuesta metodológica muy sencilla se puede obtener una gran cantidad de información en el análisis de los datos termohigrométricos recogidos en interior.

Si bien metodológicamente, los SIG han demostrado ser herramientas muy útiles en la realización de estudios que requieren de análisis multicriterio [5],[7],[9]; a nivel teórico valorar cuales son los factores que influyen en la peligrosidad de un ambiente, definir el grado de vulnerabilidad de las distintas materialidades, cuantificar el grado de exposición al riesgo y empezar a trabajar con la esta-

cionalidad que presentan algunos factores de peligrosidad son los objetivos principales de los estudios desarrollados hoy en día [9].

A su vez, trasladar a conceptos matemáticos cuestiones tan subjetivas como la pérdida de valor que sufren las colecciones ante situaciones de peligrosidad son cuestiones pendientes que deberán irse definiendo en los próximos años.

## REFERENCIAS

- [1] M. Andretta, F. Coppola, and L. Seccia, "Investigation on the interaction between the outdoor environment and the indoor microclimate of a historical library," *J. Cult. Herit.*, vol. 17, pp. 75-86, Jan. 2016.
- [2] P. Morris, "Interpreting Published Environmental Guidelines for Preservation in Libraries," *Libr. Acad.*, vol. 7, no. 1, pp. 111-122, 2007.
- [3] S. Brown, I. Cole, V. Daniel, S. King, and C. Pearson, "Guidelines for Environmental Control in Cultural Institutions," 2002.
- [4] X. Romão, E. Paupério, and N. Pereira, "A framework for the simplified risk analysis of cultural heritage assets," *J. Cult. Herit.*, vol. 20, pp. 696-708, Jul. 2016.
- [5] M. Andretta, F. Coppola, A. Modelli, N. Santopuoli, and L. Seccia, "Proposal for a new environmental risk assessment methodology in cultural heritage protection," *J. Cult. Herit.*, vol. 23, pp. 22-32, Jan. 2017.
- [6] M. Moreno, "Nuevas herramientas para control ambiental en depósitos documentales," *Ge-conservación*, vol. 1, no. 13, pp. 68-79, Jun. 2018.
- [7] A. Paolini, A. Vafadari, G. Cesaro, and M. Quintero, "Risk management at heritage sites: a case study of the petra world heritage site," 2012.
- [8] S. Michalski, "Temperatura Incorrecta," in *Agentes de deterioro*, 2009.
- [9] P. Ortiz, V. Antunez, J. M. Martín, R. Ortiz, M. Auxiliadora Vázquez, and E. Galán, "Model Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city," *J. Cult. Herit.*, 2013.
- [10] R. Ortiz and P. Ortiz, "Vulnerability Index: A New Approach for Preventive Conservation of Monuments," *Int. J. Archit. Herit.*, vol. 10, no. 8, pp. 1078-1100, Nov. 2016.
- [11] V. Olaya, "Sistemas de Información Geográfica: Un libro libre de Víctor Olaya," 2016. [Online]. Available: <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>. [Accessed: 27-Feb-2018].



**Mónica Moreno Falcón** diplomada en Conservación y Restauración por la Escuela Superior de Conservación de Bienes Culturales de Madrid y magister en Sistemas de Información Geográfica por la Universidad de Extremadura. Actualmente cursa el master

Diagnóstico del Estado de Conservación del Patrimonio Histórico en la Universidad Pablo Olavide.