

Estudio de las condiciones ambientales en los depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba

Isbel Vivar González^{1,*}

Sofía F. Borrego Alonso¹

Mónica Alfonso Rodríguez²

Juliette Ochoa González²

María Elena Rodríguez Rivero²

¹ Laboratorio de Conservación Preventiva del Archivo Nacional de la República de Cuba

² Laboratorio de Conservación Curativa del Archivo Nacional de la República de Cuba

* isbel@arnac.cu

Resumen

El objetivo del trabajo fue estudiar el comportamiento de la temperatura (T), la humedad relativa (HR) y la iluminancia (I) en los depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. Los valores de T y HR se midieron dos veces al día durante cuatro años consecutivos. I se midió en días soleados y nublados. Los resultados obtenidos permitieron afirmar que las condiciones ambientales (T , HR) de estos depósitos son favorables para la conservación de documentos en papel. En días nublados la I en los depósitos del semisótano no excedió los 50 lux permitidos; sin embargo en días soleados la I en todos los depósitos sobrepasó los 50 lux por la incidencia de la luz del sol. La luz artificial provocó un aumento de la I en los depósitos, pero esto no es significativo porque los bombillos se mantienen apagados la mayor parte del tiempo.

Palabras claves

Archivos
Conservación
Temperatura
Humedad relativa
Iluminancia

Estudo das condições ambientais dos repositórios do Arquivo Nacional da República de Cuba

Resumo

O objetivo foi estudar o efeito da temperatura (T), humidade relativa (HR) e luminância (I) nos repositórios do Arquivo Nacional da República de Cuba. Os valores de T e HR foram medidos duas vezes por dia durante quatro anos consecutivos. I foi medido em dias ensolarados e nublados. Os resultados permitem afirmar que as condições ambientais (T , HR) desses repositórios são favoráveis à conservação dos documentos em papel. Em dias nublados, nos repositórios localizados no piso inferior I não excedeu 50 lux, tal como permitido; mas em dias de sol, devido à incidência da luz solar, I excedeu 50 lux em todos os repositórios. A luz artificial causa um aumento de I em todos os depósitos, mas isso não é significativo porque as lâmpadas são mantidas desligadas durante a maior parte do tempo.

Palavras-chave

Arquivos
Conservação
Temperatura
Humidade relativa
Luminância

Study of environmental conditions in the repositories of the National Archive of the Republic of Cuba

Abstract

The aim was to study the behavior of the temperature (T), relative humidity (RH) and illuminance (I) in the repositories of the National Archive of the Republic of Cuba. The values of T and RH were measured twice daily for four consecutive years. I was measured in sunny and cloudy days. The result allow us to affirm that the environmental conditions (T , RH) of these repositories are favorable for the conservation of paper documents. In cloudy days, I of the repositories located in lower-ground floor does not exceed the allowed 50 lux; but in sunny days, due to the incidence of sunlight, in all repositories I exceeds 50 lux. Artificial light caused an increase in I in all repositories, but this is not significant because the light bulbs are kept turned off most of the time.

Keywords

Archives
Conservation
Temperature
Relative humidity
Illuminance

Introducción

Los documentos son testimonios vivos de todo lo acontecido en nuestro pasado y presente, son creados por la sociedad y generados como resultado de la actividad humana, de ahí la importancia de preservarlos a lo largo de tiempo.

Desafortunadamente, a nivel mundial, la custodia de estos bienes en los archivos, biblioteca u otras instituciones no ha sido la más adecuada y han sufrido pérdidas importantes por saqueos, inundaciones o incendios. Pero no solo estos factores han sido las únicas causas que han atentado contra la adecuada conservación del patrimonio documental; las condiciones ambientales, en las que se encuentran los depósitos donde se almacenan los documentos, constituyen las principales causas del deterioro de los mismos. Es por eso que en el campo de la conservación preventiva del patrimonio documental, es de vital importancia controlar los valores de la temperatura (T), la humedad relativa (HR) y la iluminancia (I) en los locales de almacenamiento, como forma eficaz de prevenir el deterioro.

La estabilidad climática de los depósitos está directamente relacionada con la climatología de la zona, la época del año, la arquitectura y tipo de edificio, el tamaño de los locales, la presencia o no de trabajadores e incluso con la disposición de las estanterías [1].

Estos parámetros ambientales y en especial la HR , adquieren mayor atención en el caso de los soportes orgánicos como el papel, pues al tratarse de materiales altamente higroscópicos son capaces de absorber o ceder humedad para llegar a un equilibrio con la atmósfera circundante. Como consecuencia de este intercambio se producen cambios de tamaño y forma, reacciones químicas y biodeterioro [2].

El calor también acelera el deterioro y en el caso de la celulosa, las pruebas artificiales de envejecimiento indican que cada incremento de 5 °C casi duplica la tasa de deterioro, aun en ausencia de luz y contaminantes ambientales [3].

El efecto perjudicial de la humedad y el calor no sólo se reduce a la desestabilización de los soportes, sino que afecta de manera significativa a los elementos sustentados. La mayoría de los casos de decoloración o cambios de color se deben también a valores elevados de humedad y no solo a un exceso de exposición a fuentes luminosas indeseables [1].

Las fluctuaciones de los valores de HR y T y la falta de ventilación en los depósitos propician también el crecimiento de hongos que juegan un importante rol en los procesos de biodeterioro del papel [4, 5]; además propicia las condiciones adecuadas para el desarrollo de plagas [6].

La luz es otro factor físico que provoca la rápida destrucción del papel y puede ser natural o artificial. Acelera el deterioro de las colecciones de bibliotecas y archivos actuando como catalizador en su oxidación. Conduce al debilitamiento y friabilidad de las fibras de celulosa y hace que el papel se decolore, se torne amarillo o se oscurezca. También provoca que el medio y las tintas se decoloren o cambien de color, alterando la legibilidad y apariencia de los documentos. Cualquier exposición a la luz, incluso por un breve tiempo, es nociva, y el daño es acumulativo e irreversible [3].

El Archivo Nacional de la República de Cuba (ARNAC) constituye el principal y más grande depósito de documentos (más de 27 km lineales de documentos) generados por instituciones cubanas y por las más sobresalientes personalidades de las distintas esferas de la vida nacional. Su objetivo es atesorar, organizar, custodiar y conservar aquellos documentos que por su valor permanente conforman la memoria de la nación y sirven de base para investigaciones científicas sobre la historia del país y del pensamiento de sus más relevantes personalidades.

Teniendo en cuenta la necesidad de mantener el control del clima y la intensidad de la luz para la conservación del patrimonio documental, el objetivo del trabajo fue estudiar el comportamiento de la T , la HR y la I en los depósitos del Archivo Nacional.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en todos los depósitos del Archivo Nacional que atesoran documentos en soporte papel, ubicados en tres niveles (semisótano, primer piso y segundo piso).

Para medir los parámetros ambientales (T y HR) se utilizó un termohigrómetro digital (Pen TH, modelo 8709). Las mediciones se realizaron en cinco puntos del depósitos (Figura 1) de manera puntual dos veces al día, en la mañana (aprox. 10:00 am) y en la tarde (aprox. 2:00 pm) durante cuatro años consecutivos (2011-2014). Los datos se procesaron empleando el programa Excel.

Además, se midió la iluminancia o nivel de iluminación en los depósitos empleando un luxómetro (Mastech, modelo MS6610). Las mediciones de luz visible se realizaron sobre los laterales de los documentos en la mañana (aprox. 11:00 am) en días soleados y días nublados en los puntos menos iluminados y más iluminados cuando la luz artificial está encendida y cuando se mantiene apagada y solo incide la luz natural que entra por las ventanas (Figura 2). Los datos se procesaron empleando el programa Excel.

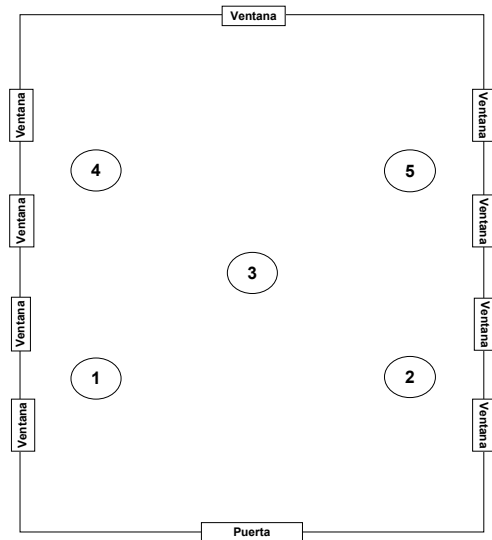


Figura 1. Esquema de la vista superior de los depósitos en estudio, que muestra los puntos donde se realizaron las mediciones puntuales de T y HR en la mañana y la tarde de cada día durante los cuatro años de estudio.

Resultados y discusión

Comportamiento de la temperatura y la humedad relativa

El comportamiento de la T durante los años de estudio para los tres pisos se muestra en la Figura 3. Como se puede observar, hay una tendencia al aumento de la T en la medida en que avanzan los meses y se acerca el verano (mayo-septiembre), y que a partir de octubre los valores comienzan a disminuir nuevamente. Teniendo en cuenta la media de T de los cuatro años de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una desviación estándar de $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabla 1), se puede apreciar en la figura 1 y en la tabla 1 la poca variabilidad de la T y que los valores que se salieron de la media corresponden a los meses de enero en el 2011 y en el 2012 para los tres pisos y son los que coinciden con el mes más frío del año en Cuba.

En general los valores de T en el interior de los depósitos en el período estudiado fueron superiores a los valores reportados en el exterior del edificio (según el clima que reporta la estación meteorológica de Casa Blanca, próxima al Archivo Nacional [7]). Esto se debe a que la estructura del edificio es de hormigón armado, que es uno de los materiales de construcción con mejor inercia térmica [8, 9] y por tanto ofrece mayor estabilidad térmica en el interior del depósito independientemente de los valores de temperatura del exterior (Tabla 1, Figura 3). En la Figura 3 también se puede observar que el 2014 fue el año de menor variabilidad en las determinaciones realizadas.

La HR mostró mayor variabilidad en las mediciones que la temperatura durante los cuatro años estudiados y en general, los valores fueron altos tanto dentro de los depósitos como en el exterior (Tabla 1, Figura 4), en correspondencia con las características de un país tropical como Cuba, resultados similares fueron reportados por Maekawa y colaboradores en trabajos

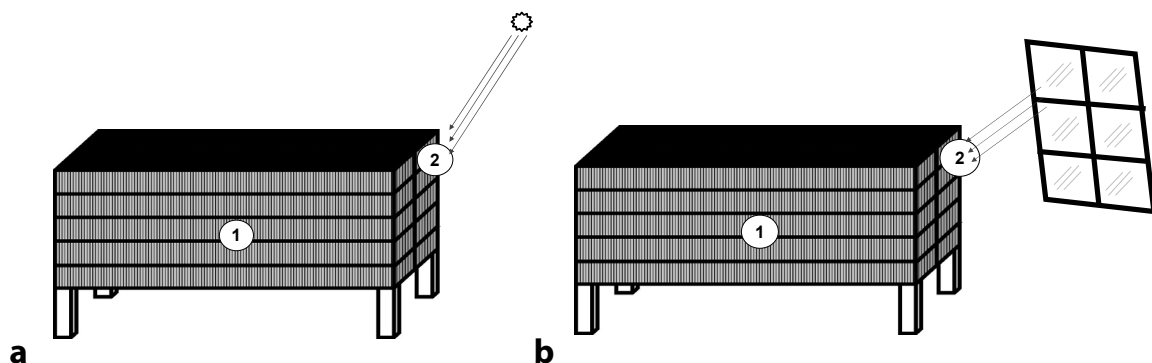


Figura 2. Esquemas que muestran los puntos sobre los laterales de los documentos donde se realizaron las mediciones de iluminancia o nivel de iluminación en las zonas menos iluminadas (1) y más iluminadas (2) en dos condiciones: *a*) cuando la luz artificial está encendida; *b*) cuando la luz artificial se mantiene apagada y solo incide la luz natural que entra por las ventanas.

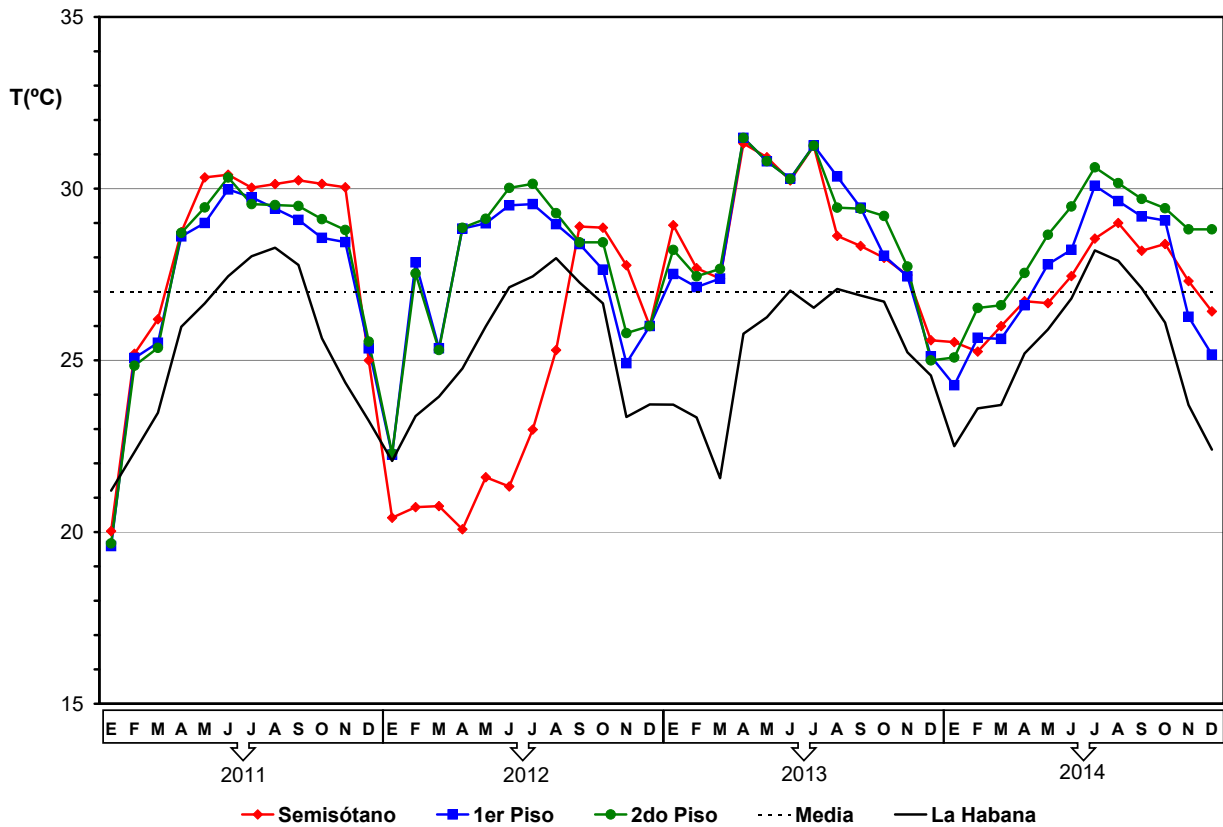


Figura 3. Comportamiento de la temperatura durante los cuatro años analizados en el ARNAC por piso.

realizados sobre los sistemas de control de clima instalados en los depósitos de museos ubicados en el Trópico [10, 11]. Sin embargo, en el interior de los depósitos los valores de *HR* fueron inferiores que los reportados por la estación meteorológica de Casa Blanca para La Habana [7] (Tabla 1, Figura 4) y estuvieron dentro del rango recomendado de 45-65 % para preservar documentos en papel [12]. Estos resultados se deben al sistema de ventilación natural cruzada que poseen los depósitos del Archivo Nacional (Figura 5) que los mantiene constantemente ventilados, aún en condiciones climatológicas desfavorables.

En la Figura 4 también se puede observar que en los cuatro años los valores más bajos pertenecen a los meses de enero a junio y que a partir de julio la *HR* asciende alcanzando los valores más altos entre julio y septiembre que son, por lo general, los meses más lluviosos en Cuba. En este caso también se puede apreciar una tendencia, no

significativa, al aumento a medida que avanzan los meses siendo el mes de agosto (el más caluroso y húmedo del año en Cuba) el que mostró el valor más elevado, lo cual se corresponde con lo observado durante los cuatro años por pisos.

En el caso particular del semisótano, se puede apreciar que los valores de *HR* son más altos comparados con el resto de los pisos. Este comportamiento se debe a la ubicación dentro del edificio de estos depósitos que poseen cerca de 1 m bajo la tierra y por tanto están en interacción directa con la humedad que preservan los jardines que rodean el edificio. De esta forma la humedad se transmite a los locales a través de las paredes y propicia en ocasiones, la formaciones de sales de calcio en las paredes interiores, incluso el desarrollo de hongos cuando no se controla el crecimiento de la vegetación en el exterior de los depósitos, como ocurrió en los primeros meses del 2011 (Figura 6).

Tabla 1
Valores medios de temperatura y humedad relativa por año

	2011	2012	2013	2014	4 años	La Habana
<i>T</i> (°C)	29 ± 4	26 ± 3	29 ± 2	27 ± 2	27 ± 3	25 ± 2
<i>HR</i> (%)	61 ± 10	61 ± 7	59 ± 10	67 ± 7	62 ± 8	75 ± 8

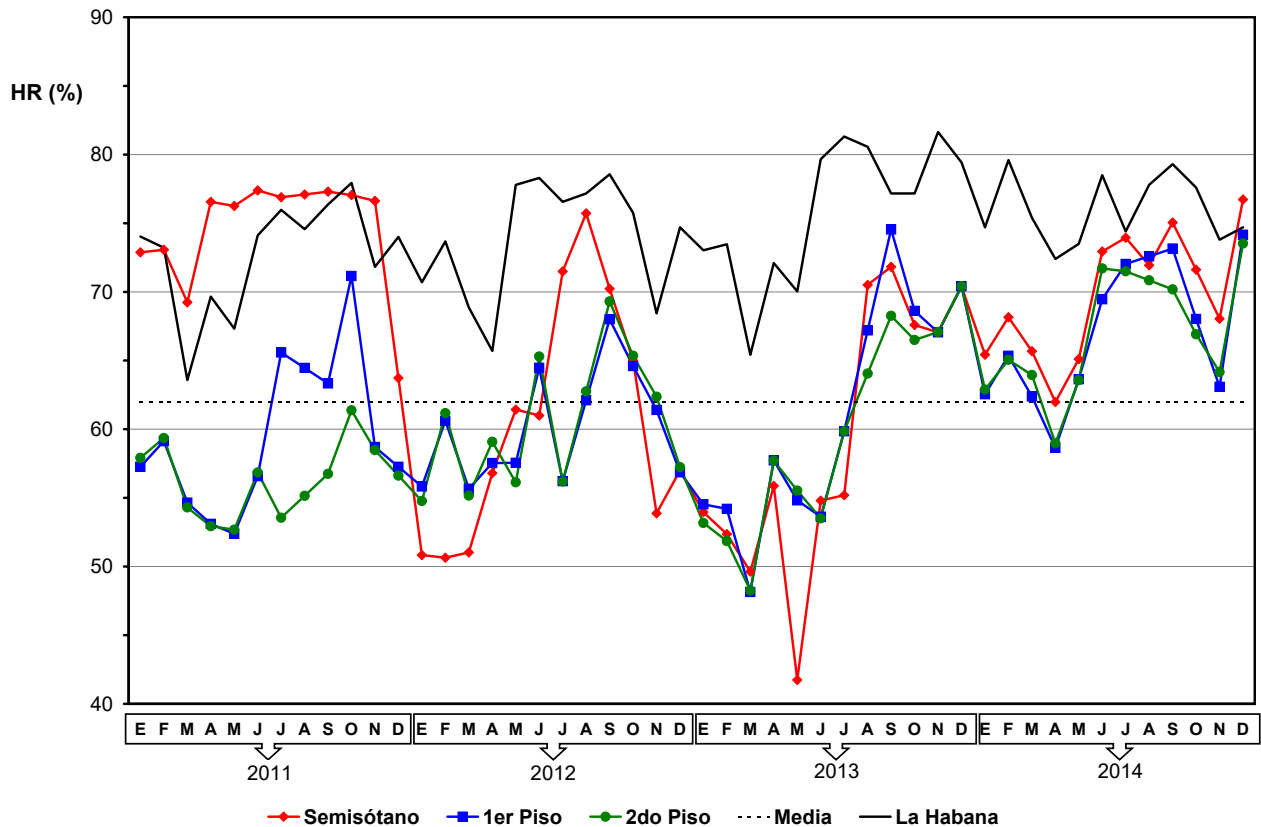


Figura 4. Comportamiento de la humedad relativa durante los cuatro años analizados en el ARNAC por piso.

Comportamiento de la iluminancia

En días nublados, cuando los depósitos del semisótano están iluminados solo con luz natural, los valores no sobrepasan los 50 lux permitidos para documentos en soporte papel [12], incluso en las zonas más iluminadas localizadas cerca de las ventanas (Figura 7). Sin embargo, aun cuando los estantes en todos los depósitos están colocados perpendicularmente a las ventanas (Figura 5a) para evitar la incidencia directa de los rayos del sol sobre los documentos, en días soleados en más de la mitad de los locales del semisótano, la luz del sol que entra por las ventanas incide sobre los documentos con valores de iluminancia que sobrepasan los 50 lux, que es el límite establecido para documentos en soporte papel [12].

La luz del sol es la más perjudicial para los documentos ya que contiene rayos infrarrojos (IR) y rayos ultravioletas (UV); los IR se caracterizan por el calor que provocan y pueden producir desecamientos, fisuras y variaciones climáticas en los documentos, mientras que los UV son altamente oxidantes de la celulosa, modifican su estructura y provocan el envejecimiento de los materiales, además son especialmente dañinas para los pigmentos y colorantes [2].

En los depósitos de los otros dos pisos la iluminancia que incide sobre los documentos se comporta de manera similar, tanto en días nublados como soleados pues los

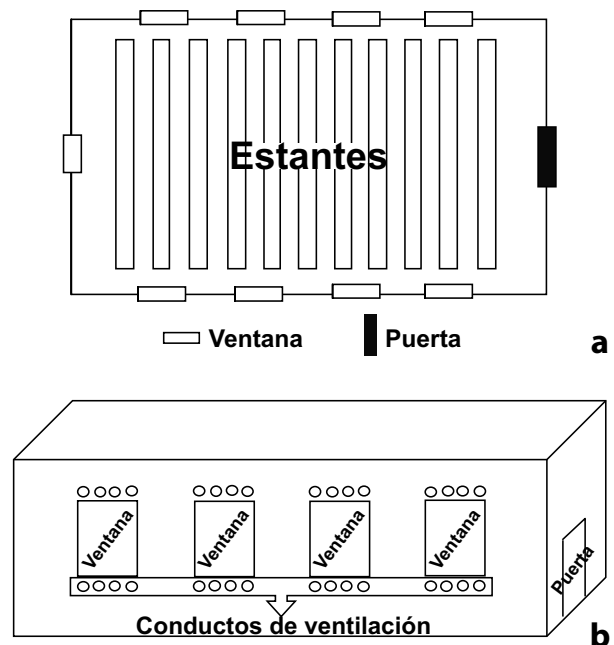


Figura 5. Ubicación de las ventanas y los conductos de ventilación en los depósitos del ARNAC. Los conductos no atraviesan de forma recta la pared sino formando un ángulo de 25° de inclinación aproximadamente en dirección de abajo hacia arriba. a) Esquema de la vista lateral del depósito en estudio. b) Esquema de la vista superior de uno de los depósitos.



Figura 6. Incidencia de la humedad externa en los depósitos del semisótano. *a)* Formación de sales de calcio y desarrollo fúngico en la pared de un depósito a consecuencia de la humedad. *b)* Desarrollo de la vegetación en el exterior de los depósitos durante los primeros meses del 2011 que mantiene la humedad interior.

valores más altos (superiores a los 50 lux) corresponden a la luz natural que entra por las ventanas (Figura 8), con tendencia al aumento en la medida en que los depósitos se encuentran en pisos más altos (Figura 9).

Cuando se ilumina el local con luz artificial mediante bombillos incandescentes, en la mayoría de los depósitos, los niveles sobrepasan el valor permitido de 50 lux, en dependencia de la cantidad de bombillos colocados en cada local (Figuras 7 y 8). Para evitar los daños que pueden provocar las radiaciones IR, los bombillos incandescentes están colocados a una distancia lo suficientemente lejos de los documentos (a más de 2 m) y por encima de los conductos de ventilación superiores para mitigar el calor (Figura 10). Además, como son locales solo para almacenar la documentación y no áreas de trabajo, las luces solo se encienden cuando se va a buscar los legajos, por lo que la luz que más afecta la documentación no es la artificial.

Conclusiones

Los resultados mostraron que aunque la *T* y la *HR* variaron ligeramente con los meses del año, las condiciones ambientales de los depósitos del Archivo Nacional son favorables para la conservación del patrimonio documental atesorado en la institución.

El sistema de ventilación natural cruzada con que cuentan los depósitos es adecuado para la conservación de las colecciones en soporte papel ya que contribuye a la estabilidad ambiental en los depósitos.

En días nublados la iluminancia de los depósitos del semisótano es menor de 50 lux (valor permitido para documentos en soporte papel según Resolución No.

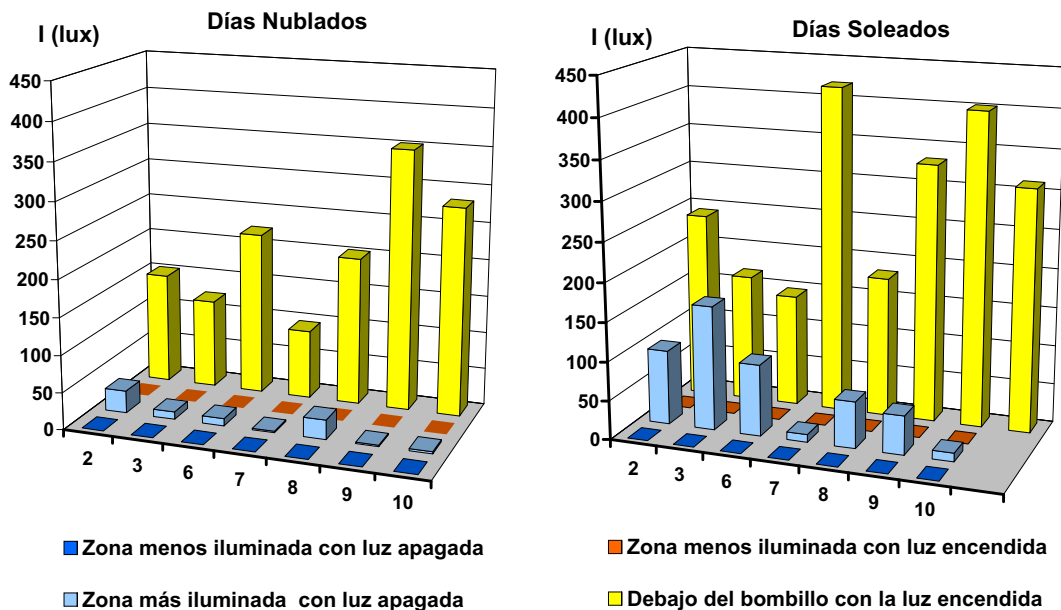


Figura 7. Comportamiento de la iluminancia en los depósitos del semisótano.

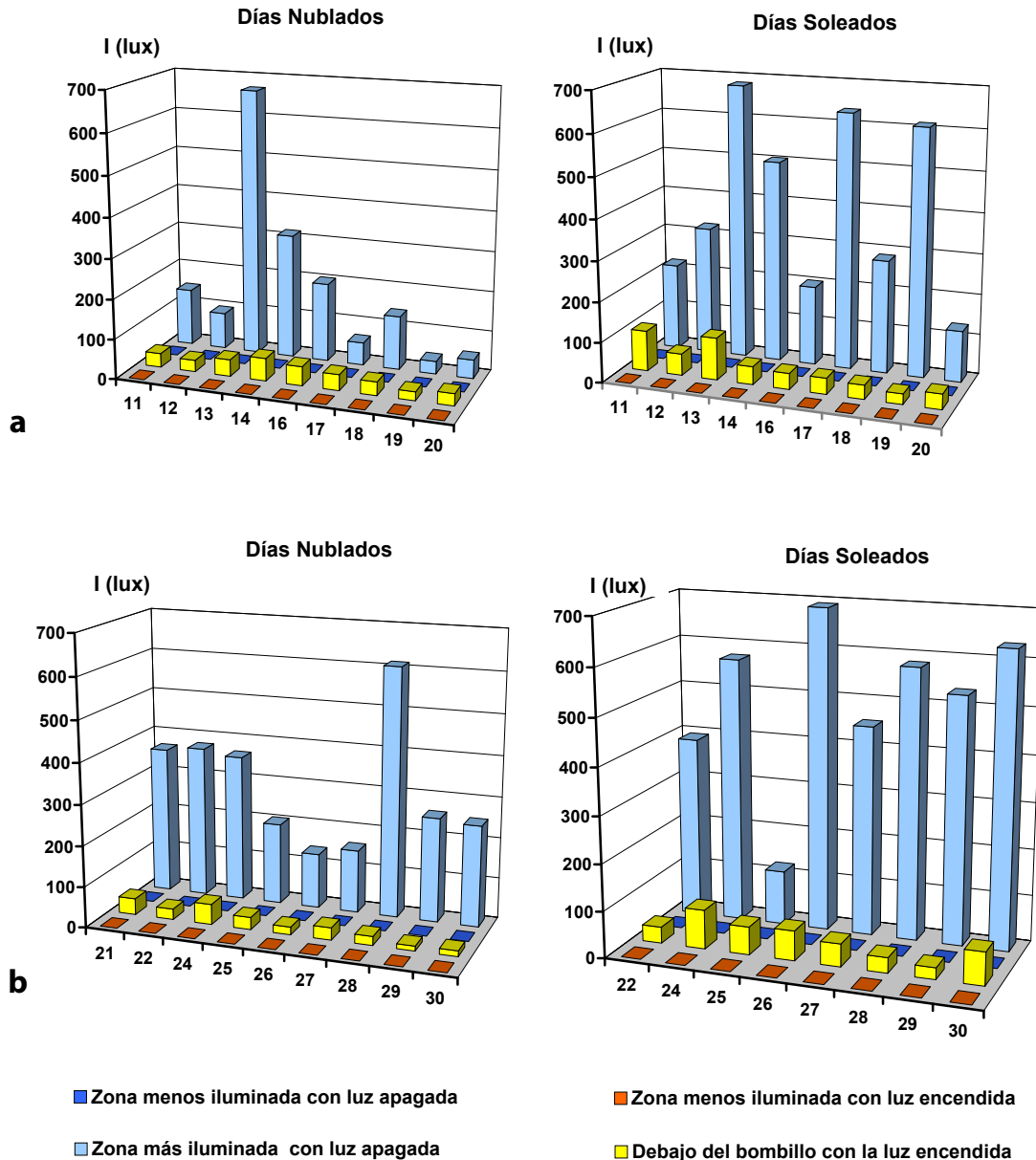


Figura 8. Comportamiento de la iluminancia en los depósitos del 1^{er} piso (a) y del 2^{do} piso (b).

41/2009 del CITMA), incluso en las zonas de mayor iluminación con las luces apagadas.

En días soleados la iluminancia de los depósitos del ARNAC excede los 50 lux permitidos, incluso con la luz apagada, debido a la incidencia de la luz del sol que entra por las ventanas, destacándose los locales del primer y segundo pisos. Por ello, se plantea la necesidad de remodelar las ventanas de los depósitos y pintar los cristales de colores oscuros.

A pesar de que la utilización de los bombillos incandescentes provoca un aumento de la cantidad de lux en los depósitos (por encima de 50 lux), esto no es significativo ya que solo se encienden cuando se va a depositar o extraer documentación, lo que disminuye considerablemente los efectos nocivos de la luz sobre los documentos.

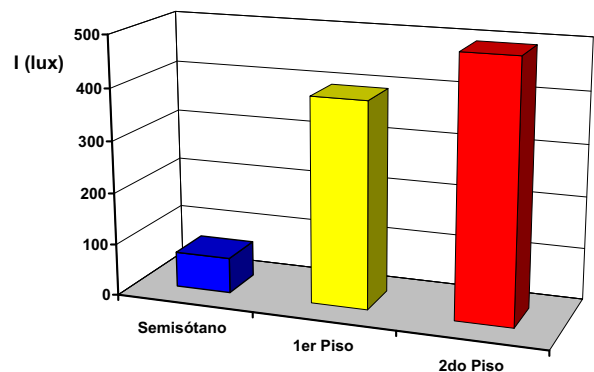


Figura 9. Comportamiento de la iluminancia media por piso provocado por la luz del sol que incide sobre los documentos.



Figura 10. Bombillos incandescentes colocados en el techo de los depósitos del ARNAC cerca de los conductos de ventilación.

Referencias

- 1 Sánchez, A., 'Variables de deterioro ambiental: HR y calor. El problema de la degradación medioambiental del papel', *Boletín ANABAD* 46(2) (1996) 98-111.
- 2 Vaillant, M.; Valentín, N., *Principios Básicos de la Conservación Documental y Causas de Su Deterioro*, Ministerio de Educación y Cultura, Instituto del Patrimonio Histórico Español, Madrid (1996).
- 3 'El manual de preservación de bibliotecas y archivos del Northeast Document Conservation Center (NDCC), El Medio Ambiente', *Conservaplan* 7(2) (1998) 4-46.
- 4 Sterflinger, K.; Prillinger H., 'Molecular taxonomy and biodiversity of rock fungal communities in an urban environment. Viena. Austria', *Antonie Van Leeuwenhoek* 80 (2001) 275-286, doi:10.1023/A:1013060308809.
- 5 Zotti, M.; Ferroni, A., 'Microfungal biodeterioration of historic paper: Preliminary FTIR and microbiological analysis', *International Biodeterioration & Biodegradation* 62(2) (2008) 186-194, doi:10.1016/j.ibiod.2008.01.005.
- 6 López, A.; Borrego S.; Arenas P.; Cabrera N.; Stampella P., 'Insectos dañinos al patrimonio documental de archivos y bibliotecas: diagnóstico de dos casos en la República de Cuba y la República Argentina', *Códices* 7(1) (2011) 49-64, <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/co/article/view/734> (accedido 2015-12-15).
- 7 'El clima en Casa Blanca', http://www.tutiempo.net/clima/CASA_BLANCA/783250.htm (accedido 2015-07-16).
- 8 'Sistemas pasivos: inercia térmica', http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Sistemas_pasivos_inercia_termica.PDF (accedido 2015-07-21).
- 9 Tenorio, J.A.; Vega, L.; Turmo, J.; Burón, M.; Alarcón, A.; Martín-Consuegra, F.; Burón, A.; D'Andrea, R., 'Los requisitos del Código Técnico de la Edificación. Eficiencia energética e incremento de la sostenibilidad. Aplicación a los edificios de hormigón', *Revista Técnica Cemento Hormigón* 937 (2010) 60-81.
- 10 Maekawa, S.; Carvalho, C.; Toledo, F.; Beltran, V., 'Climate Controls in a Historic House Museum in the Tropics: A Case Study of Collection Care and Human Comfort', *PLEA2009 - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Quebec City, Canada, (2009).
- 11 Maekawa, S. y Toledo, F., 'A Collection Climate Control System for an Ethnographic Storage of a Museum in North of Brazil'. *Winter Annual Meeting of American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)*, Orland, Florida, (2010) OR-10-021.
- 12 'Resolución no. 41/2009. Lineamientos para la conservación de las fuentes documentales', CITMA, La Habana (2009).

Recibido: 2015-08-24

Revisto: 2015-11-04

Aceptado: 2015-12-15

Online: 2016-01-04



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.